

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7682274号  
(P7682274)

(45)発行日 令和7年5月23日(2025.5.23)

(24)登録日 令和7年5月15日(2025.5.15)

(51)国際特許分類	F I			
H 0 3 H 9/145(2006.01)	H 0 3 H	9/145	D	
H 0 3 H 9/25 (2006.01)	H 0 3 H	9/145	Z	
H 0 3 H 9/64 (2006.01)	H 0 3 H	9/25	C	
H 0 3 H 9/72 (2006.01)	H 0 3 H	9/64	Z	
	H 0 3 H	9/72		
請求項の数 11 (全31頁)				

(21)出願番号	特願2023-534771(P2023-534771)	(73)特許権者	000006633
(86)(22)出願日	令和4年7月8日(2022.7.8)		京セラ株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/027079		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
(87)国際公開番号	WO2023/286704	(74)代理人	100135828
(87)国際公開日	令和5年1月19日(2023.1.19)		弁理士 飯島 康弘
審査請求日	令和6年1月16日(2024.1.16)	(72)発明者	金澤 富夫
(31)優先権主張番号	特願2021-117708(P2021-117708)		京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
(32)優先日	令和3年7月16日(2021.7.16)		京セラ株式会社内
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	審査官	東 昌秋

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 弾性波装置、フィルタ、分波器及び通信装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1面を有している圧電体と、  
前記第1面上に位置するIDT電極と、を有し、  
前記IDT電極は、  
第1バスバーと、  
前記第1バスバーと対向する第2バスバーと、  
前記第1バスバーにそれぞれ電氣的に接続した複数の第1電極指と、  
前記第2バスバーにそれぞれ電氣的に接続し、弾性波伝搬方向に前記複数の第1電極指と交互に配列されている、複数の第2電極指と、  
前記第1バスバーと前記複数の第1電極指との間に介在し、前記第1バスバーに対して並列に延びているとともに互いに並列に延びている複数のバー電極と、  
前記第1バスバーと前記第1バスバーに隣り合うバー電極との間に介在して両者を接続している接続部と、隣り合うバー電極の間に介在して両者を接続している接続部と、を含む複数の接続部と、を有し、  
前記複数の接続部の少なくとも一部は、前記複数の第1電極指の延在方向に対して、不連続に配置されており、  
前記隣り合うバー電極と前記弾性波伝搬方向において隣り合う接続部とに囲まれる開口領域の形状が、前記弾性波伝搬方向を長手方向とする楕円状であり、前記長手方向の長さが互いに異なる複数の前記開口領域が前記複数のバー電極の配列方向に並んでいる

弾性波装置。

【請求項 2】

前記複数の接続部が、前記延在方向に対して傾斜する方向に並んでいる、  
請求項 1 に記載の弾性波装置。

【請求項 3】

前記複数の接続部が、前記複数の第 1 電極指の側へ向かって閉じる V 字状に配置されている、

請求項 1 に記載の弾性波装置。

【請求項 4】

前記複数の接続部が、前記複数の第 1 電極指の側へ向かって開く Y 字状に配置されている、

請求項 1 に記載の弾性波装置。

【請求項 5】

前記第 1 面の平面視において、前記 I D T 電極が位置している領域は、

前記第 1 バスバーが位置しているバスバー領域と、

前記複数のバー電極及び前記複数の接続部が位置している介在領域と、

前記複数の第 2 電極指の先端に対して前記介在領域側に隣接するギャップが位置するギャップ領域と、

前記複数の第 1 電極指と前記複数の第 2 電極指とが前記弾性波伝搬方向に重なる交差領域とを有しており、

前記交差領域は、

当該交差領域の前記延在方向における中央に位置し、前記ギャップ領域よりも音速が低い中央領域と、

前記中央領域と前記ギャップ領域との間に位置し、前記中央領域よりも音速が低いエッジ領域と、を有し、

前記介在領域は、前記バスバー領域よりも音速が高い

請求項 1 に記載の弾性波装置。

【請求項 6】

最も前記複数の第 1 電極指の側に位置するバー電極に接続され、先端が前記複数の第 2 電極指の先端とギャップを介して対向する複数のダミー電極を更に有している、

請求項 1 に記載の弾性波装置。

【請求項 7】

圧電膜からなる前記圧電体の前記第 1 面とは反対側に重なり、前記圧電体より音速の低い低音速膜と、

前記低音速膜の前記圧電膜とは反対側に重なり、前記圧電体より音速の高い高音速膜と、を更に有している、

請求項 1 に記載の弾性波装置。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の弾性波装置と、

前記第 1 面上に位置しており、前記 I D T 電極とラダー型に接続されてラダー型フィルタを構成している 1 以上の他の I D T 電極と、

を有しているフィルタ。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の弾性波装置と、

前記第 1 面上に位置しており、前記 I D T 電極に対して前記弾性波伝搬方向に並べられて多重モード型フィルタを構成している 1 以上の他の I D T 電極と、

を有しているフィルタ。

【請求項 10】

アンテナ端子と、

前記アンテナ端子に接続されている送信フィルタと、

10

20

30

40

50

前記アンテナ端子に接続されている受信フィルタと、  
を有しており、  
前記送信フィルタ及び受信フィルタの少なくとも一方が、請求項 8 又は 9 のフィルタによって構成されている  
分波器。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の分波器と、  
前記アンテナ端子に接続されているアンテナと、  
前記送信フィルタ及び前記受信フィルタに接続されている IC と、  
を有している通信装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、弾性波 (acoustic wave) から電気信号への変換、及び電気信号から弾性波への変換の少なくとも一方が可能な弾性波装置、当該弾性波装置を含むフィルタ、当該フィルタを含む分波器、並びに当該分波器を含む通信装置に関する。

【背景技術】

【0002】

弾性波装置として、圧電層と、圧電層上に位置する IDT (Interdigital Transducer) 電極とを有するものが知られている (例えば、下記特許文献 1)。IDT 電極は、1 対の歯電極を有する。各歯電極は、バスバーと、バスバーから互いに並列に延びる複数の電極指とを有する。1 対の歯電極は、互いに噛み合うように配置される。特許文献 1 では、バスバーが延びる方向に配列された複数の開口をバスバーに設けた IDT 電極が開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2021 - 77956 号公報

【発明の概要】

【0004】

本開示の一態様に係る弾性波装置は、第 1 面を有している圧電体と、前記第 1 面上に位置する IDT 電極と、を有している。前記 IDT 電極は、第 1 バスバーと、第 2 バスバーと、複数の第 1 電極指と、複数の第 2 電極指と、複数のバー電極と、複数の接続部と、を有している。前記第 2 バスバーは、前記第 1 バスバーと対向する。前記複数の第 1 電極指は、前記第 1 バスバーにそれぞれ電氣的に接続されている。前記複数の第 2 電極指は、前記第 2 バスバーにそれぞれ電氣的に接続され、弾性波伝搬方向に前記複数の第 1 電極指と交互に配列されている。前記複数のバー電極は、前記第 1 バスバーの間と前記複数の第 1 電極指との間に介在し、前記第 1 バスバーに対して並列に延びているとともに互いに並列に延びている。前記複数の接続部は、前記第 1 バスバーと前記第 1 バスバーに隣り合うバー電極との間に介在して両者を接続している接続部と、隣り合うバー電極の間に介在して両者を接続している接続部と、を含む。前記複数の接続部の少なくとも一部は、前記複数の第 1 電極指の延在方向に対して、不連続に配置されている。

30

40

【0005】

本開示の一態様に係るフィルタは、上記弾性波装置と、前記第 1 面上に位置しており、前記 IDT 電極とラダー型に接続されてラダー型フィルタを構成している 1 以上の他の IDT 電極と、を有している。

【0006】

本開示の一態様に係るフィルタは、上記弾性波装置と、前記第 1 面上に位置しており、前記 IDT 電極に対して前記弾性波伝搬方向に並べられて多重モード型フィルタを構成している 1 以上の他の IDT 電極と、を有している。

50

## 【 0 0 0 7 】

本開示の一態様に係る分波器は、アンテナ端子と、前記アンテナ端子に接続されている送信フィルタと、前記アンテナ端子に接続されている受信フィルタと、を有している。前記送信フィルタ及び受信フィルタの少なくとも一方が、上記のいずれかのフィルタによって構成されている。

## 【 0 0 0 8 】

本開示の一態様に係る通信装置は、上記の分波器と、前記アンテナ端子に接続されているアンテナと、前記送信フィルタ及び前記受信フィルタに接続されている I C ( Integrated Circuit ) と、を有している。

## 【 図面の簡単な説明 】

10

## 【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 実施形態に係る弾性波装置の構成を示す平面図である。

【 図 2 】 図 1 の領域 II の拡大図であり、 I D T 電極の具体例の一部を示す図である。

【 図 3 A 】 I D T 電極の他の具体例 ( 第 2 例 ) を示す図である。

【 図 3 B 】 I D T 電極のさらに他の具体例 ( 第 3 例 ) を示す図である。

【 図 3 C 】 I D T 電極のさらに他の具体例 ( 第 4 例 ) を示す図である。

【 図 3 D 】 I D T 電極のさらに他の具体例 ( 第 5 例 ) を示す図である。

【 図 4 A 】 I D T 電極のさらに他の具体例 ( 第 6 例 ) を示す図である。

【 図 4 B 】 I D T 電極のさらに他の具体例 ( 第 7 例 ) を示す図である。

【 図 4 C 】 I D T 電極のさらに他の具体例 ( 第 8 例 ) を示す図である。

20

【 図 4 D 】 I D T 電極のさらに他の具体例 ( 第 9 例 ) を示す図である。

【 図 4 E 】 I D T 電極のさらに他の具体例 ( 第 1 0 例 ) を示す図である。

【 図 5 】 I D T 電極のさらに他の具体例 ( 第 1 1 例 ) を示す図である。

【 図 6 】 図 1 の VI - VI 線における断面の例を示す図である。

【 図 7 】 図 1 の VI - VI 線における断面の他の例を示す図である。

【 図 8 】 実施形態に係る弾性波共振子の構成を示す平面図である。

【 図 9 】 実施形態に係る分波器の構成を模式的に示す回路図である。

【 図 1 0 】 実施形態に係る通信装置の構成を示すブロック図である。

【 図 1 1 】 第 1 比較例及び第 1 実施例に係る共振子の特性を示す図である。

【 図 1 2 】 第 1 ~ 第 3 実施例に係る共振子の特性を示す図である。

30

【 図 1 3 】 第 2 及び第 3 比較例並びに第 4 実施例に係る共振子の特性を示す図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 0 】

以下、本開示に係る実施形態について、図面を参照して説明する。以下の説明で用いられる図は模式的なものである。従って、例えば、図面上の寸法比率等は現実のものとは必ずしも一致していない。寸法比率等が図面同士で一致しないこともある。特定の形状又は寸法等が誇張されて示されることもある。

## 【 0 0 1 1 】

本開示に係る弾性波装置は、いずれの方向が上方または下方とされてもよい。ただし、以下では、便宜的に、D 1 軸、D 2 軸および D 3 軸からなる直交座標系を定義するとともに、D 3 軸の正側を上方として、上面または下面等の用語を用いることがある。また、平面視または平面透視という場合、特に断りがない限りは、D 3 方向に見ることをいう。なお、D 1 軸は、後述する圧電体の上面に沿って伝搬する弾性波の伝搬方向に平行になるように定義され、D 2 軸は、圧電体の上面に平行かつ D 1 軸に直交するように定義され、D 3 軸は、圧電体の上面に直交するように定義されている。

40

## 【 0 0 1 2 】

## &lt; 弾性波装置 &gt;

## ( 弾性波装置の概要 )

図 1 は、実施形態に係る弾性波装置 1 ( 以下、単に「装置 1」ということがある。 ) の要部の構成を示す平面図である。

50

## 【 0 0 1 3 】

装置 1 は、例えば、圧電体 3（後述する図 6 等を参照）と、圧電体 3 の上面 3 a（第 1 面の一例）上に位置している I D T 電極 5 とを有している。図 1 は、上面 3 a の平面視となっている。ただし、圧電体 3 に係る符号及び上面 3 a の外縁等の図示は省略されている。

## 【 0 0 1 4 】

I D T 電極 5 に電圧が印加されることによって、圧電体 3 の交差領域 R 0（I D T 電極 5 の D 2 方向中央側の領域）を D 1 方向に伝搬する弾性波が励振される。及び / 又は、弾性波が交差領域 R 0 を D 1 方向に伝搬することによって、圧電体 3 に電荷が生成され、I D T 電極 5 に電圧が印加される。装置 1 は、例えば、このような弾性波と電圧（電気信号）との間の変換を利用する共振子及び / 又はフィルタを構成してよい。なお、以下において、D 1 方向を弾性波伝搬方向又は伝搬方向等ということがある。

10

## 【 0 0 1 5 】

I D T 電極 5 は、圧電体 3 の上面 3 a に重なる導体層によって構成されている。また、I D T 電極 5 は、1 対の 歯電極 7 を含んでいる。各 歯電極 7 は、例えば、バスバー 9 と、バスバー 9 に電氣的に接続されている複数の電極指 1 1 と、を含んでいる。1 対の歯電極 7 は、複数の電極指 1 1 が互いに噛み合うように（交差するように）配置されている。上記の交差領域 R 0 は、一方の 歯電極 7 の複数の電極指 1 1 と他方の 歯電極 7 の複数の電極指 1 1 とが弾性波伝搬方向に重なる領域である。

## 【 0 0 1 6 】

一般に、各 歯電極 7 において、複数の電極指 1 1 は、バスバー 9 から延びる。すなわち、両者は直接的に接続されている。一方、本実施形態においては、各 歯電極 7 は、バスバー 9 と複数の電極指 1 1 との間に介在する介在電極 4 1 を有している。これにより、例えば、後に詳述するように、横モードのスプリアスを低減することができる。

20

## 【 0 0 1 7 】

装置 1 において、介在電極 4 1 に係る構成以外の構成は、種々の態様とされてよく、例えば、公知の態様とされても構わない。このような公知の態様とされても構わない構成については、適宜に説明を省略する。

## 【 0 0 1 8 】

実施形態の説明では、概ね、以下の順に説明を行う。

- ・ I D T 電極 5（主として介在電極 4 1 以外の部分）（図 1）
- ・ 介在電極 4 1（図 2）
- ・ I D T 電極 5（特に介在電極 4 1）の種々の具体例（図 2 ~ 図 5）
- ・ 弾性波の速度プロファイル（図 1）
- ・ 圧電体を含む基板の種々の構成例（図 6 及び図 7）
- ・ 弾性波装置のその他の構成
- ・ 弾性波装置のまとめ

30

## 【 0 0 1 9 】

（I D T 電極）

バスバー 9 は、例えば、概略、一定の幅で弾性波の伝搬方向（D 1 方向）に直線状に延びる長尺状に形成されている。1 対のバスバー 9 は、弾性波の伝搬方向に直交する方向（D 2 方向）において互いに対向している。各バスバー 9 の交差領域 R 0 側の縁部は、例えば、直線状である。また、1 対のバスバー 9 において、交差領域 R 0 側の縁部は、例えば、互いに平行（「平行」の概念は「曲線」に拡張されてよい。）である。別の観点では両縁部の距離（D 2 方向）は D 1 方向の位置によらずに一定である。

40

## 【 0 0 2 0 】

図示の例とは異なり、バスバー 9 は、幅が変化したり、弾性波の伝搬方向に対して傾斜したりしていてもよい。また、各バスバー 9 において、交差領域 R 0 側の縁部は、曲線状であってもよいし、互いに交差する複数の直線からなる形状であってもよい。また、1 対のバスバー 9 において、互いに対向している縁部同士の距離は、D 1 方向の位置に応じて変化してもよい。

50

## 【0021】

バスバー9の長さ(D1方向)は、例えば、1対の歯電極7における複数の電極指11のピッチp及び本数の積と概ね同等とされてよい。バスバー9の幅(D2方向)は任意である。一般に、バスバー9の幅は、電極指11の幅(D1方向)よりも大きい。例えば、バスバー9の幅は、1p以上とされてよい。

## 【0022】

複数の電極指11は、例えば、互いに同じ形状及び寸法を有している。図示の例とは異なり、複数の電極指11は、互いに異なる形状及び/又は寸法を有していても構わない。例えば、複数の電極指11は、互いに長さが異なっていてもよい。すなわち、IDT電極5は、いわゆるアボサイズが施されたものであってもよい。

10

## 【0023】

各電極指11は、例えば、概略、その中心線が弾性波の伝搬方向に直交する方向(D2方向)に直線状に延びる長尺状に形成されている。電極指11は、一定の幅(D1方向の長さ)で延びていてもよいし、長さ方向(D2方向)の位置に応じて幅が変化していてもよい(図示の例)。図1に示す例では、電極指11は、先端と根元側とに、他の大部分(主部11a)よりも幅が広い拡幅部11bを有している。これにより、いわゆるピストンモード(又はこれに類似するモード。以下、同様。)が利用され、ひいては、横モードのスプリアスが低減される。なお、本実施形態の説明では、当該態様を前提とした表現をすることがある。

## 【0024】

各歯電極7において、複数の電極指11は、弾性波の伝搬方向に配列されている。各歯電極7において、複数の電極指11の先端(又は根元)を結ぶ線(不図示)は、例えば、伝搬方向に平行な直線状である。ただし、図示の例とは異なり、上記線は、伝搬方向に傾斜していてもよいし、曲線状であってもよいし、互いに交差する複数の直線からなる形状であってもよい。なお、上記のようにピストンモードが利用される態様においては、例えば、上記線は、伝搬方向に対して平行な、又は傾斜する、直線状とされてよい。

20

## 【0025】

一方の歯電極7の複数の電極指11と、他方の歯電極7の電極指11とは、弾性波の伝搬方向に交互に配列されている。なお、このようにいうとき、一方の歯電極7の複数の電極指11と、他方の歯電極7の電極指11とは、1本ずつ交互に配列されていてもよいし(図示の例)、2以上の本数ずつ交互に配列されていてもよい。また、いわゆる間引き等によって、特異的な部分が存在していても構わない。実施形態の説明では、1本ずつ交互に配列されている態様を例に取る。

30

## 【0026】

1対の歯電極7における複数の電極指11のピッチp(例えば互いに隣り合う2本の電極指11の中心間距離)は、IDT電極5内において基本的に一定である。なお、IDT電極5は、一部にピッチpに関して特異な部分を有していてもよい。特異な部分としては、例えば、大部分(例えば8割以上)よりもピッチpが狭くなる狭ピッチ部、大部分よりもピッチpが広がる広ピッチ部、少数の電極指11が実質的に間引かれた間引き部が挙げられる。

40

## 【0027】

実施形態の説明において、ピッチpという場合、特に断りがない限りは、上記のような特異な部分を除いた部分(複数の電極指11の大部分)のピッチをいうものとする。また、特異な部分を除いた大部分の複数の電極指11においても、ピッチが変化しているような場合においては、大部分の複数の電極指11のピッチの平均値をピッチpの値として用いてよい。

## 【0028】

電極指11の本数は、IDT電極5(装置1)に要求される電気特性等に応じて適宜に設定されてよい。図1は模式図であることから、電極指11の本数は少なく示されている。実際には、図示よりも多くの電極指11が配列されてよい。例えば、電極指11の本数

50

は100本以上とされてよい。なお、図1は、IDT電極5の一部を抽出して示す図として捉えられてもよい。

【0029】

一方の歯電極7の各電極指11の先端は、他方の歯電極7の介在電極41（より詳細には最も電極指11側のパー電極43（後述））の縁部とギャップG1を介して対向している。複数のギャップG1のD2方向における長さは、例えば、互いに同一である。当該長さは、適宜に設定されてよく、例えば、0.1p以上0.5p以下とされてよい。

【0030】

1対の歯電極7に電圧が印加されると、複数の電極指11によって圧電体3の上面3aに電圧が印加され、圧電体3の上面（圧電体3が相対的に厚い場合）又は圧電体3の全体（圧電体3が相対的に薄い場合）が振動する。これにより、上面3aに沿って伝搬する弾性波が励振される。このとき、複数の電極指11によって励振された複数の弾性波は、その半波長が概ねピッチpと同等であるときに、複数の電極指11に直交する方向（D1方向）において互いに同相となり、その振幅が足し合わされる。すなわち、ピッチpを半波長とし、D1方向に伝搬する弾性波が最も励振されやすい。その結果、IDT電極5に印加された電圧のうち、主として、概ねピッチpを半波長とする弾性波の周波数と同等の周波数を有する成分が弾性波に変換される。また、上面3aのうち1対の歯電極7の配置領域に弾性波が生じた場合においては、上記とは逆の原理によって、主として、概ねピッチpを半波長とし、D1方向に伝搬する弾性波が電圧に変換される。このような原理を利用して、共振子又はフィルタが実現される。

【0031】

装置1においては、適宜なモードの弾性波が利用されてよい。例えば、弾性波は、弾性表面波（SAW：Surface Acoustic Wave）であってよい。SAWとしては、例えば、レイリー波又はリーキー波が利用されてよい。また、弾性波は、薄板状の圧電体を伝搬する板波であってよい。板波としては、例えば、A1モードのラム波、S0モードのラム波及びSH（Shear Horizontal）型の板波が利用されてよい。また、弾性波のモードは、このように明確に特定又は区別できなくともよい。

【0032】

電極指11のピッチpは、上記のように、基本的に、意図されている共振周波数と同等の周波数を有している弾性波の半波長である。ピッチpの絶対値を例示すると、0.5μm以上15μm以下である。電極指11の長さ（D2方向）は、例えば、10p以上又は20p以上とされてよく、また、100p以下又は50p以下とされてよい。上記の下限と上限とは、いかようにも組み合わせられてよい。

【0033】

電極指11のピッチpの2倍（2p）に対する電極指11の幅（D1方向）の比（＝幅/2p）をデューティー比とすることがある。デューティー比は適宜に設定されてよい。例えば、主部11a（若しくは全長に亘って一定の幅を有する電極指11）のデューティー比は、0.40以上又は0.45以上とされてよく、また、0.60以下又は0.55以下とされてよい。上記の上限と下限とは、いかようにも組み合わせられてよい。また、拡幅部11bのデューティー比は、上記の主部11aのデューティー比よりも大きいことを条件として、0.50以上又は0.55以上とされてよく、また、0.80以下、0.70以下又は0.65以下とされてよい。上記の上限と下限とは、いかようにも組み合わせられてよい。

【0034】

図示の例のように、各電極指11が1つの主部11aと2つの拡幅部11bとを有する構成である態様において、これらの長さ（D2方向）は適宜に設定されてよい。例えば、1つの拡幅部11bの長さは、0.5p以上、0.7p以上又は0.9p以上とされてよく、また、2p以下、1.5p以下又は1.1p以下とされてよい。上記の上限と下限とは、いかようにも組み合わせられてよい。

【0035】

10

20

30

40

50

I D T電極 5 ( 導体層 ) の厚さは、例えば、概ね、平面方向 ( D 1 - D 2 平面に平行な方向 ) の位置によらずに一定である。導体層の厚さは、装置 1 に要求される特性に応じて適宜に設定されてよい。例えば、導体層の厚さは、0 . 0 4 p 以上 0 . 2 0 p 以下、及び / 又は 5 0 n m 以上 6 0 0 n m 以下とされてよい。

【 0 0 3 6 】

導体層は、例えば、金属により形成されている。金属は、適宜な種類のものでされてよく、例えば、アルミニウム ( A l ) 又は A l を主成分とする合金 ( A l 合金 ) である。A l 合金は、例えば、A l - 銅 ( C u ) 合金である。導体層は、複数の金属層から構成されていてもよい。例えば、導体層は、圧電体 3 の上面 3 a に重なるチタン ( T i ) からなる比較的薄い層と、その上に重なる A l 又は A l 合金とによって構成されてよい。T i は、

10

【 0 0 3 7 】

( 介在電極 )

図 2 は、図 1 の領域 II の拡大図である。

【 0 0 3 8 】

なお、後に例示するように、介在電極 4 1 の具体的な形状は種々可能である。図 2 では、第 1 例に係る介在電極 4 1 A が例示されている。図 2 ( 及び図 2 に類似する図面 ) を参照して行う説明において、特に断りがない限り、また、矛盾等が生じない限り、バスバー 9、電極指 1 1 及び介在電極 4 1 は、互いに接続されているもの ( 1 つの 歯電極 7 内のもの ) を指す。

20

【 0 0 3 9 】

介在電極 4 1 は、例えば、概略、格子状若しくは網目状に構成されている。具体的には、例えば、介在電極 4 1 は、複数 ( 図示の例では 8 本 ) のバー電極 4 3 及び複数の接続部 4 5 の 2 種の部位を有している。複数のバー電極 4 3 は、バスバー 9 に並列に延びているとともに、互いに並列に延びている。隣り合う 2 つのバー電極 4 3 ( 又は隣り合うバー電極 4 3 及びバスバー 9 ) の間の領域をスリット領域 S 1 と呼称することがある。各接続部 4 5 は、スリット領域 S 1 に位置して、隣り合う 2 つのバー電極 4 3 ( 又は隣り合うバー電極 4 3 及びバスバー 9 ) を接続する。

【 0 0 4 0 】

複数の接続部 4 5 の少なくとも一部 ( 図示の例では全部 ) は、電極指 1 1 の延在方向 ( D 2 方向 ) に対して不連続に配置されている。すなわち、複数の接続部 4 5 の少なくとも一部は、バスバー 9 から最も電極指 1 1 側のバー電極 4 3 まで延びる D 2 方向に平行な直線を構成するように配置されていない。別の観点では、少なくとも 1 つの接続部 4 5 の少なくとも一部は、自己が位置するスリット領域 S 1 以外の少なくとも 1 つのスリット領域 S 1 ( 例えば隣のスリット領域 S 1 ) における導体 ( I D T 電極 5 ) の非配置領域と D 2 方向に重なる。

30

【 0 0 4 1 】

上記のように複数の接続部 4 5 を配置することによって、例えば、スプリアスを低減することができる。当該効果について、出願人は、試作品における実測値及びシミュレーション計算によって確認しており、後に、いくつかの例を示す。スプリアスを低減できる原理としては、以下に説明するものが挙げられる。

40

【 0 0 4 2 】

弾性波は、導体 ( I D T 電極 5 ) の配置領域と非配置領域との境界で反射する。仮に、全ての接続部 4 5 が D 2 方向に平行な直線を構成するように配置されている場合、横モードのスプリアスは、上記直線の D 1 方向の位置においては、最も電極指 1 1 側のバー電極 4 3 で反射し、他の D 1 方向の位置においては、複数のバー電極 4 3 ( 及びバスバー 9 ) それぞれにより反射する。すなわち、反射が生じる D 2 方向における位置は、基本的に、D 1 方向の位置によらずに一定である。その結果、横モードのスプリアスは、波長、並びに節及び腹の位置が揃いやすく、ひいては、互いに強め合いやすい。

【 0 0 4 3 】

50

一方、本実施形態のように複数の接続部 4 5 が D 2 方向に対して不連続に配置されていると、接続部 4 5 と D 2 方向に重なる位置に導体の非配置領域が存在する。この非配置領域とバー電極 4 3 との間でも横モードのスプリアスが反射する。また、接続部 4 5 の形状によっては、接続部 4 5 においても反射が生じる。これらの新たな反射の位置は、D 1 方向及び D 2 方向の位置が分散されている。その結果、横モードのスプリアスは、波長、並びに節及び腹の位置が分散され、ひいては、互いに強め合う作用が減じられる。

【 0 0 4 4 】

上記の原理から理解されるように、複数の接続部 4 5 が D 2 方向に対して不連続に配置される限り、複数のバー電極 4 3 及び複数の接続部 4 5 の数、形状、位置及び寸法等は任意である。例えば、以下のとおりである。

【 0 0 4 5 】

複数のバー電極 4 3 の数は、2 以上の任意の数とされてよい。2 本のバー電極 4 3 が設けられていると、当該 2 本のバー電極 4 3 及びバスバー 9 によって 2 つのスリット領域 S 1 が構成される。ひいては、互いに異なるスリット領域 S 1 に位置する少なくとも 2 つの接続部 4 5 を D 2 方向に対して不連続に配置できる。

【 0 0 4 6 】

複数のバー電極 4 3 は、例えば、互いに同一の形状及び寸法を有している。また、各バー電極 4 3 は、概略、一定の幅で直線状に延びる形状である。別の観点では、バー電極 4 3 の縁部又は中心線の形状は、バスバー 9 の電極指 1 1 側の縁部の形状と同じ、及び / 又は介在電極 4 1 とギャップ G 1 を介して対向している電極指 1 1 の先端（着目しているバー電極 4 3 が属する 歯電極 7 と噛み合う 歯電極 7 の電極指 1 1 の先端）を結ぶ線の形状と同じである。

【 0 0 4 7 】

上記の例示の裏返しとなるが、念のために記載すると、図示の例とは異なり、少なくとも 1 つのバー電極 4 3 は、他の少なくとも 1 つのバー電極 4 3 に対して、互いに異なる形状及び / 又は寸法を有していてもよい。バー電極 4 3 は、D 1 方向の位置に応じて幅（D 2 方向）が変化してもよい。バー電極 4 3 の中心線及び / 又は縁部は、曲線状であったり、互いに交差する複数の直線を有する形状であったりしてもよい。また、バー電極 4 3 の中心線及び / 又は縁部の形状は、バスバー 9 の電極指 1 1 側の縁部の形状と異なってもよいし、及び / 又は介在電極 4 1 とギャップ G 1 を介して対向している電極指 1 1 の先端を結ぶ線の形状と異なってもよい。

【 0 0 4 8 】

バー電極 4 3 の長さ（D 1 方向）は、バスバー 9 の長さと同様とされてよい。バー電極 4 3 の幅は、例えば、バスバー 9 の幅（D 2 方向）及び / 又は電極指 1 1 の幅（D 1 方向）に対して、小さくてもよいし（図示の例）、同等でもよいし、大きくてもよい。また、例えば、バー電極 4 3 の幅は、0 . 1 p 以上又は 0 . 2 p 以上とされてよく、0 . 5 p 以下又は 0 . 3 p 以下とされてよい。上記の下限と上限とは、いかようにも組み合わせられてよい。

【 0 0 4 9 】

既述のように、複数のバー電極 4 3 は、バスバー 9 に対して並列に延びているとともに互いに並列に延びている。より詳細には、図示の例では、複数のバー電極 4 3（例えば中心線。以下、同様。）及びバスバー 9 の電極指 1 1 側の縁部は、互いに平行に延びている。別の観点では、これらの D 2 方向（電極指 1 1 の延在方向）における距離は、D 1 方向（弾性波の伝搬方向）の位置によらずに一定である。複数のバー電極 4 3（及びバスバー 9）が延びる方向は、例えば、D 1 方向である。

【 0 0 5 0 】

図示の例とは異なり、少なくとも 1 つのバー電極 4 3 の一部又は全部は、バスバー 9、他の少なくとも 1 つのバー電極 4 3、及び / 又は D 1 方向に対して傾斜していてもよい。また、その結果、バー電極 4 3 は、バスバー 9 及び / 又は他のバー電極 4 3 に対して交差する部分を有していてもよい。ただし、この場合、交差する部分の一部を接続部 4 5 の一

10

20

30

40

50

種として捉え、複数のバー電極 4 3 は交差していないと捉えてもよい。

【 0 0 5 1 】

複数のバー電極 4 3 のピッチ（例えば互いに隣り合う 2 本のバー電極 4 3 の中心間距離）は、例えば、互いに同一である。ただし、少なくとも 1 つのピッチが他のピッチと異なってもよい。また、バー電極 4 3 のピッチは、電極指 1 1 のピッチ  $p$  に対して、小さくてもよいし（図示の例）、同等でもよいし、大きくてもよい。バー電極 4 3 のピッチは、例えば、 $0.2p$  以上又は  $0.4p$  以上とされてよく、 $1p$  以下又は  $0.6p$  以下とされてよい。上記の下限と上限とは、いかようにも組み合わせられてよい。

【 0 0 5 2 】

複数のスリット領域  $S_1$  の幅（ $D_2$  方向）は、例えば、互いに同一である。ただし、少なくとも 1 つの幅が他の幅と異なってもよい。また、スリット領域  $S_1$  の幅は、電極指 1 1 のピッチ  $p$  に対して、小さくてもよいし（図示の例）、同等でもよいし、大きくてもよい。例えば、スリット領域  $S_1$  の幅は、 $0.1p$  以上又は  $0.2p$  以上とされてよく、 $0.5p$  以下又は  $0.3p$  以下とされてよい。上記の下限と上限とは、いかようにも組み合わせられてよい。

10

【 0 0 5 3 】

バー電極 4 3 のピッチに対するバー電極 4 3 の幅の比（後者を前者で割った値。デューティー比）は、例えば、電極指 1 1 のデューティー比に対して、小さくてもよいし、同等でもよいし、大きくてもよい。例えば、バー電極 4 3 のデューティー比は、 $0.1$  以上又は  $0.4$  以上とされてよく、 $0.8$  以下又は  $0.6$  以下とされてよい。上記の下限と上限とは、いかようにも組み合わせられてよい。

20

【 0 0 5 4 】

複数の接続部 4 5 の形状及び寸法は、例えば、互いに同一である。そして、複数の接続部 4 5 の  $D_2$  方向に対する不連続性は、複数の接続部 4 5 の位置（例えば幾何中心の位置。特に断りが無い限り、以下、同様。）が  $D_2$  方向に平行な直線上に位置しない（ $D_1$  方向に互いにずれる）ことによって実現されている。ただし、図示の例とは異なり、複数の接続部 4 5 の形状及び寸法は、互いに異なってもよい。この場合、 $D_1$  方向の位置のずれに加えて、又は代えて、複数の接続部 4 5 の形状及び / 又は寸法の相違によって、 $D_2$  方向に対する不連続性が実現されてもよい。

【 0 0 5 5 】

接続部 4 5 の形状、例えば、 $D_1$  方向及び  $D_2$  方向に平行な 4 辺を有する矩形形状（図 4 A 参照）、若しくは  $D_1$  方向に平行な 2 辺を有する平行四辺形状（図 2 の例）、又はこれらのいずれとも言えない形状（例えば図 5 参照）とされてよい。接続部 4 5 の  $D_2$  方向の長さは、スリット領域  $S_1$  の幅と同等であり、当該幅については、既述のとおりである。接続部 4 5 の  $D_1$  方向の長さは適宜に設定されてよい。例えば、接続部 4 5 の  $D_1$  方向の長さは、接続部 4 5 の  $D_2$  方向の長さに対して、短くてもよいし、同等でもよいし、長くてもよい。また、例えば、接続部 4 5 の  $D_1$  方向の長さは、 $0.1p$  以上、 $0.3p$  以上又は  $0.5p$  以上とされてよく、また、 $1p$  以下、 $0.8p$  以下又は  $0.7p$  以下とされてよい。上記の下限と上限とは、いかようにも組み合わせられてよい。

30

【 0 0 5 6 】

（ I D T 電極（特に介在電極）の種々の具体例）

図 3 A ~ 図 5 は、I D T 電極 5（特に介在電極 4 1）の他の具体例を示す平面図である。図 3 A ~ 図 3 D 及び図 5 は、図 2 と同様に、図 1 の領域 II に相当する範囲を示している。図 4 A ~ 図 4 E は、1 対の歯電極 7 の  $D_1$  方向における一部の範囲を示している。なお、図 3 A ~ 図 4 E においては、直交座標系  $D_1 - D_2 - D_3$  の図示が省略されているが、図 2 と同様に、図の左右方向が  $D_1$  方向であり、図の上下方向が  $D_2$  方向である。

40

【 0 0 5 7 】

これらの図に例示されている種々の具体例は、主として、複数の接続部 4 5 の配置が互いに異なっている。以下、図 2 から順に、各具体例について説明する。なお、図 2 に示されている I D T 電極 5 A（介在電極 4 1 A）の説明の後においては、基本的に、先に説明

50

された I D T 電極 5 との相違点について述べる。特に言及が無い事項については、先に説明された I D T 電極 5 と同様とされたり、先に説明された I D T 電極 5 から類推されたりしてよい。また、複数の具体例間において、互いに対応する部位が互いに異なる形状を有していても、便宜上、当該部位に同一の符号を用いることがある。

【 0 0 5 8 】

( I D T 電極の第 1 例 )

図 2 に示す I D T 電極 5 A ( 介在電極 4 1 A ) では、複数の接続部 4 5 は、D 2 方向に傾斜する直線を構成するように配置されている。当該直線は、例えば、バスバー 9 から、最も電極指 1 1 側のバー電極 4 3 まで延びている。また、D 1 方向において隣り合う 2 本の直線に着目すると、複数の接続部 4 5 は、電極指 1 1 側に向かって閉じる ( 又は開く ) V 字状に配列されている。図示の例では、複数の V 字が D 1 方向に互いにつながるように配列されている。換言すれば、複数の接続部 4 5 は、ジグザグに D 1 方向に延びる線上に配列されている。なお、図示の例とは異なり、D 1 方向の特定の位置に 1 つの V 字が位置したり、隣り合う V 字が互いに離れていたりしてもよい。

10

【 0 0 5 9 】

図 2 の例では、最も電極指 1 1 側のスリット領域 S 1 においては、2 直線上の 2 つの接続部 4 5 がつながっている、又は 1 つの接続部 4 5 が 2 直線に共用されている。一方、最もバスバー 9 側のスリット領域 S 1 においては、2 直線上の 2 つの接続部 4 5 は互いに離れている。ただし、図示の例とは異なり、最も電極指 1 1 側のスリット領域 S 1 において、2 直線状の 2 つの接続部 4 5 は、互いに離れていてもよい。最もバスバー 9 側のスリット領域 S 1 において、2 直線状の 2 つの接続部 4 5 は、互いにつながっていてもよい ( 2 直線に共用されていてもよい。 )

20

【 0 0 6 0 】

なお、最も電極指 1 1 側のスリット領域 S 1 において、2 直線上の 2 つの接続部 4 5 が互いに離れている場合においても、当該 2 つの接続部 4 5 の距離が大きい限りは、電極指 1 1 側において閉じる V 字が構成されていると捉えられてよい。例えば、最も電極指 1 1 側の 2 つの接続部 4 5 の間の隙間の大きさ ( 又は幾何中心同士の距離 ) が、 $1.5p$  以下、 $1.0p$  以下又は  $0.7p$  以下の場合、電極指 1 1 側において閉じる V 字が構成されていると捉えられてよい。バスバー 9 側において閉じる V 字が構成されていると捉える場合についても同様である。また、複数の V 字が D 1 方向に繰り返し配列されている態様において、V 字同士がつながっていると捉える場合についても同様である。

30

【 0 0 6 1 】

複数の接続部 4 5 が D 2 方向に対して傾斜する直線 ( 又は曲線 ) に沿って配列されている態様において、最も電極指 1 1 側に位置する接続部 4 5、及び最もバスバー 9 側に位置する接続部 4 5 の D 1 方向における位置は適宜に設定されてよい。例えば、最も電極指 1 1 側に位置する接続部 4 5 は、自己が属する 歯電極 7 の電極指 1 1 の D 1 方向における位置に位置していてもよいし ( 図 3 A の左右方向中央側を参照 )、他の 歯電極 7 の電極指 1 1 の D 1 方向における位置に位置していてもよいし ( 図 2 の例 )、前者の位置と後者の位置との間の任意の位置に位置していてもよい。最もバスバー 9 の側に位置する接続部 4 5 についても同様である。

40

【 0 0 6 2 】

複数の接続部 4 5 が D 2 方向に対して傾斜する直線 ( 又は曲線 ) に沿って配列されている態様において、当該直線の傾斜角は適宜に設定されてよい。別の観点では、V 字の D 1 方向における大きさは適宜に設定されてよい。さらに別の観点では、上記直線上における最も電極指 1 1 側に位置する接続部 4 5 と、最もバスバー 9 側に位置する接続部 4 5 との D 1 方向における距離 ( 相対位置 ) は適宜に設定されてよい。さらに別の観点では、複数の V 字の配列のピッチは適宜に設定されてよい。

【 0 0 6 3 】

例えば、直線状 ( 又は曲線状 ) に配列された複数の接続部 4 5 の幾何中心を連ねた線を基準として、直線又は V 字の D 1 方向における配置範囲を考える ( 他の具体例において直

50

線又はV字等の配置範囲について説明するときも同様とする。)。このとき、1つの直線のD1方向における配置範囲は、0.1p以上又は0.2p以上とされてよく、また、2.0p以下、1.5p以下又は1.2p以下とされてよい。上記の下限と上限とは、いかようにも組み合わせられてよい。図2の例では、1つの直線のD1方向における配置範囲は、概ね1p(例えば0.8p以上1.2p以下)とされている。また、別の観点では、図2の例では、V字のD1方向における配置範囲は、概ね2p(例えば1.8p以上2.2p以下)とされている。

【0064】

直線状(又は曲線状)に配列された複数の接続部45の-D1側又は+D1側の縁部に着目する。このとき、当該縁部は、例えば、D1方向に傾斜する同一直線上(又は同一曲線上)に位置している(図4Cのように階段状になっていない。)。換言すれば、複数の接続部45の-D1側の縁部及び/又は+D側の縁部は、互いに滑らかにつながっているかのように構成されている(厳密にはパー電極43が介在している。)。なお、複数の接続部45の配列がV字又は他の形状をなすいずれの態様においても、-D1側の縁部及び/又は+D側の縁部は、滑らかにつながっているかのように構成されていてもよいし、そうでなくてもよい。

10

【0065】

直線状(又は曲線状)に配列された複数の接続部45において、隣り合う接続部45同士は、一部同士がD2方向に重なっていてもよいし(図2の例)、重なってなくてもよい(図4A及び図4Eを参照)。前者の場合における重なる量は、任意であり、例えば、1つの接続部45のD1方向における長さの半分に対して、小さくてもよいし、同等でもよいし、大きくてもよい。後者の場合における2つの接続部45の距離は任意であり、例えば、当該距離は0でもよいし(図4A及び図4Eの例)、0よりも大きくてもよい。

20

【0066】

(IDT電極の第2例)

図3Aに示す介在電極41B(IDT電極5B)は、図2の介在電極41Aと同様に、V字状に配列された複数の接続部45を有している。ただし、介在電極41Bでは、V字のD1方向における大きさが介在電極41Aよりも小さくされている。別の観点では、D1方向の所定の長さ範囲において、V字を繰り返し配列する数が多くなっている。具体的には、介在電極41Bでは、1つの直線のD1方向における配置範囲は、概ね0.5p(例えば0.3p以上0.7p以下)とされている。また、別の観点では、図3Aの例では、V字のD1方向における配置範囲は、概ね1p(例えば0.8p以上1.2p以下)とされている。

30

【0067】

(IDT電極の第3例)

図3Bに示す介在電極41C(IDT電極5C)では、複数の接続部45が電極指11側に開くY字状に配置されている。この例に示されるように、複数の接続部45は、D2方向に平行な直線状に配列される2以上の接続部45を含んでいても構わない。介在電極41Cに関しては、電極指11側に位置する複数(スリット領域S1の数よりも少ない数)の接続部45が電極指11側に開くV字状に配置されていると捉えられてもよい。従って、介在電極41AにおけるV字に関する説明は、適宜に介在電極41CのY字のうちのV字に援用されてよい。Y字のうちのV字状部分を構成するスリット領域S1の数と、Y字のうちのI字状部分を構成するスリット領域S1の数との比率は任意である。

40

【0068】

(IDT電極の第4例)

図3Cに示すIDT電極5Cでは、複数の電極指11がその全長に亘って一定の幅で延びている。図3Cの例では、介在電極41として、図2の介在電極41Aが例示されている。ただし、全長に亘って一定の幅で延びる電極指11は、他の介在電極41の具体例と組み合わせられてもよい。同様に、拡幅部11bを有する電極指11は、いずれの介在電極41の具体例と組み合わせられてもよい。

50

## 【 0 0 6 9 】

( I D T 電極の第 5 例 )

図 3 D に示す I D T 電極 5 E は、いわゆるダミー電極 2 5 を有している。複数のダミー電極 2 5 は、介在電極 4 1 (より詳細には最も電極指 1 1 側のバー電極 4 3 ) から複数の電極指 1 1 と並列に延びている。一方の歯電極 7 のダミー電極 2 5 の先端は、他方の歯電極 7 の電極指 1 1 の先端とギャップ G 1 を介して対向している。

## 【 0 0 7 0 】

ダミー電極 2 5 の形状は適宜に設定されてよい。図示の例では、ダミー電極 2 5 の形状は、概略、一定の幅で弾性波の伝搬方向に直交する方向に突出する形状とされている。また、図示の例では、ダミー電極 2 5 の幅は、拡幅部 1 1 b を有さない電極指 1 1 の幅 (又は拡幅部 1 1 b を有する電極指 1 1 の主部 1 1 a の幅) と同じとされている。

10

## 【 0 0 7 1 】

図示の例とは異なり、ダミー電極 2 5 の幅は、ギャップ G 1 側及び / 又はバスバー 9 側の一部が拡幅していてもよい。電極指 1 1 及びダミー電極 2 5 の拡幅部の有無の組み合わせは任意である。例えば、図示の例の他、拡幅部を有する電極指 1 1 と拡幅部を有さないダミー電極 2 5 との組み合わせ、拡幅部を有する電極指 1 1 と拡幅部を有するダミー電極 2 5 との組み合わせ、拡幅部を有さない電極指 1 1 と拡幅部を有するダミー電極 2 5 との組み合わせが採用されてもよい。また、拡幅部を有する電極指 1 1 と拡幅部を有さないダミー電極 2 5 との組み合わせにおいて、ダミー電極 2 5 の幅は、例えば、主部 1 1 a の幅と同等であってもよいし、拡幅部 1 1 b の幅と同等であってもよい。

20

## 【 0 0 7 2 】

図 3 D の例では、介在電極 4 1 として、図 2 の介在電極 4 1 A が例示されている。ただし、ダミー電極 2 5 は、他の介在電極 4 1 の具体例と組み合わせられてもよい。同様に、ダミー電極 2 5 を有さない態様は、いずれの介在電極 4 1 の具体例に適用されてもよい。

## 【 0 0 7 3 】

( I D T 電極の第 6 例 )

図 4 A に示す介在電極 4 1 F ( I D T 電極 5 F ) では、複数の接続部 4 5 は、図 2 の介在電極 4 1 A と同様に、D 2 方向に傾斜する直線状に配列されている。ただし、複数の接続部 4 5 は、電極指 1 1 側を開く V 字状ではなく、D 1 方向の一方側 (図 4 A の右側) へ開く V 字状に配列されている。別の観点では、複数の接続部 4 5 は、D 2 方向に対して互いに逆側に傾斜するとともに互いに交差する 2 直線に沿って配列されている。V 字が開く方向は、1 対の歯電極 7 同士で、同一であってもよいし (図示の例)、異なってもよい。特に図示しないが、複数の接続部 4 5 は、順に交差する 3 つ以上の直線 (ジグザグの経路) に沿って配置されていてもよい。直線が交差する位置では、2 つの接続部 4 5 が位置しているが、1 つの接続部 4 5 のみが位置してもよい。

30

## 【 0 0 7 4 】

複数の接続部 4 5 が構成する 2 つ (又はそれ以上) の直線の長さ及び / 又は傾斜角は、互いに同等であってもよいし (図示の例)、互いに異なってもよい。また、介在電極 4 1 A の説明で述べたように、直線状に配列された複数の接続部 4 5 の - D 1 側又は + D 1 側の縁部は、同一直線上に位置してもよいし (滑らかにつながってもよい)、位置しなくてもよい。図 4 A の例では、後者が採用されており、複数の接続部 4 5 の縁部は階段状を呈している。また、介在電極 4 1 A の説明で述べたように、直線状に配列された複数の接続部 4 5 において、互いに隣り合う接続部 4 5 は、一部同士が D 2 方向に重なってもよいし、重ならなくてもよい。図 4 A の例では、後者であり、より詳細には、互いに隣り合う接続部 4 5 は、D 1 方向に投影したときに互いに隣接している (両者の距離は 0 である。 )。

40

## 【 0 0 7 5 】

( I D T 電極の第 7 例 )

図 4 B に示す介在電極 4 1 G ( I D T 電極 5 G ) では、複数の接続部 4 5 は、市松模様をなすように配置されている。また、別の観点では、複数の接続部 4 5 は、D 2 方向に傾

50

斜する互いに平行な複数の直線状に配置され、かつ複数の直線は、一部同士が D 2 方向に互いに重なっている。

【 0 0 7 6 】

( I D T 電極の第 8 例 )

図 4 C に示す介在電極 4 1 H ( I D T 電極 5 H ) では、複数の接続部 4 5 は、D 2 方向に対して傾斜する互いに平行な複数の直線状に配置されている。ただし、図 4 B とは異なり、複数の直線は、D 1 方向の配置範囲が互いに異なっており、D 2 方向に互いに重なっていない。

【 0 0 7 7 】

( I D T 電極の第 9 例 )

図 4 D に示す介在電極 4 1 I ( I D T 電極 5 I ) は、図 4 C の介在電極 4 1 H と概ね同様の構成を有している。すなわち、複数の接続部 4 5 は、D 2 方向 ( 電極指 1 1 の延在方向 ) に対して傾斜する互いに平行な複数の直線状に配置されている。ただし、図 4 C では、一方の 歯電極 7 の直線と他方の 歯電極 7 における直線とが、D 2 方向に対して互いに逆側に傾斜したのに対して、図 4 D では、一方の 歯電極 7 の直線と他方の 歯電極 7 における直線とが互いに同一側に傾斜している。

【 0 0 7 8 】

( I D T 電極の第 1 0 例 )

図 4 E に示す介在電極 4 1 J ( I D T 電極 5 J ) は、図 4 C の介在電極 4 1 H と概ね同様の構成を有している。すなわち、複数の接続部 4 5 は、D 2 方向 ( 電極指 1 1 の延在方向 ) に対して傾斜する互いに平行な複数の直線状に配置されている。ただし、介在電極 4 1 H とは異なり、介在電極 4 1 J の複数の直線は、市松模様 ( 図 4 B の介在電極 4 1 G 参照 ) に至らない量で、一部同士が D 2 方向に互いに重なっている。

【 0 0 7 9 】

( I D T 電極の第 1 1 例 )

図 5 に示す介在電極 4 1 K ( I D T 電極 5 K ) において、各スリット領域 S 1 内において互いに隣り合う接続部 4 5 と、各スリット領域 S 1 の両側のバー電極 4 3 とによって囲まれる領域 ( 導体の非配置領域 ) を開口領域 4 7 と呼称するものとする。複数の開口領域 4 7 のうち少なくとも 1 つ ( 図示の例では全て ) の形状は、楕円状となっている。なお、ここでいう楕円は、数学で定義される楕円でなくてよい。例えば、D 1 方向の両側の縁部が外側に膨らむ曲線状である場合、楕円状と捉えられてよい。典型的には、楕円は、例えば、円形を D 2 方向につぶした形状である。また、円形も楕円に含まれてよい。長方形の短辺を外側に曲線状に膨らませた形状も、ここでいう楕円状に含まれてよい。ここでは、図 2 の介在電極 4 1 A と同様に、複数の接続部 4 5 が V 字状に配置されている態様を例に取っている。ただし、楕円状の開口領域 4 7 は、他の態様に適用されて構わない。

【 0 0 8 0 】

( その他 )

複数の接続部 4 5 の配置は、図示の例以外にも種々可能である。例えば、複数の接続部 4 5 は、X 字状に配置されてもよい。既に触れているように、曲線に沿って複数の接続部 4 5 が配列されてもよい。

【 0 0 8 1 】

( 速度プロファイル )

図 1 に戻る。圧電体 3 の上面 3 a の平面視において、I D T 電極 5 が配置されている領域は、I D T 電極 5 の構成に基づいて、D 2 方向において以下の 4 種の領域に区分することができる。複数の第 1 電極指 ( 一方の 歯電極 7 の電極指 1 1 ) と複数の第 2 電極指 ( 他方の 歯電極 7 の電極指 1 1 ) とが弾性波伝搬方向に重なる交差領域 R 0。ギャップ G 1 が位置するギャップ領域 R G。介在電極 4 1 が位置する介在領域 R I。バスバー 9 が位置するバスバー領域 R B。

【 0 0 8 2 】

交差領域 R 0 は、一方の 歯電極 7 の電極指 1 1 の先端を結ぶ線 ( 不図示 ) と、他方の

10

20

30

40

50

歯電極 7 の電極指 1 1 の先端を結ぶ線（不図示）とに挟まれる領域として捉えられてもよい。なお、複数の電極指 1 1 の所定部位（例えば先端）を結ぶ線を仮定するときに、電極指 1 1 の幅内のいずれの位置を基準にするかで上記線の位置等が異なる場合においては、電極指 1 1 の中心線を基準としてよい。

【 0 0 8 3 】

図示の例においては、交差領域 R 0 は、電極指 1 1 の幅に基づいて、D 2 方向において以下の 2 種（3 つ）の領域に区分することができる。複数の主部 1 1 a が D 1 方向に互いに重なる中央領域 R C。複数の拡幅部 1 1 b が D 2 方向に互いに重なるエッジ領域 R E。これらの幅（D 2 方向）については、主部 1 1 a 及び拡幅部 1 1 b の説明を参照されたい。

【 0 0 8 4 】

これらの複数の領域は、互いに音速が異なる。ここでいう音速は、例えば、装置 1 によって利用されるモードの弾性波が圧電体 3 を伝搬する速度とされてよい。ただし、通常、I D T 電極 5 の形状等に基づいて複数の領域が規定されている場合において、利用される弾性波の具体的なモードの相違に応じて複数の領域の音速の高低関係が逆転することはない。従って、以下に述べる音速の高低の関係を考慮するに際して、いずれのモードの弾性波の音速であるかは特定されなくても構わない。

【 0 0 8 5 】

弾性波の音速は、圧電体 3 の上面 3 a 上に位置する部材（例えば I D T 電極 5）の質量の影響を受ける。例えば、各領域において、単位面積当たりの質量が大きいほど音速は低くなる。一方、I D T 電極 5 を構成する導体層の厚さが一定の場合、単位面積に占める導体層の比率が大きいほど、単位面積当たりの質量は大きくなる。従って、I D T 電極 5 を構成する導体層の面積比率が大きい領域ほど音速は低くなる。

【 0 0 8 6 】

従って、図示の例において、音速が低いものから領域名を挙げると、例えば、バスバー領域 R B、交差領域 R 0 及びギャップ領域 R G である。また、交差領域 R 0 においては、エッジ領域 R E は、中央領域 R C よりも音速が低い。介在領域 R I の音速は、バスバー領域 R B の音速よりも高い。介在領域 R I の音速は、交差領域 R 0 及びギャップ領域 R G の音速に対して、低くもよいし、同等でもよいし、高くてもよい。例えば、介在領域 R I の音速は、ギャップ領域 R G の音速及び中央領域 R C（又は電極指 1 1 の幅が全長に亘って一定の態様における交差領域 R 0）の音速よりも低い。

【 0 0 8 7 】

特に図示しないが、交差領域 R 0 の音速は、2 段階ではなく、3 段階以上で変化してもよい。例えば、中央領域 R C は、音速が異なる 2 種以上の領域を含んでよい。エッジ領域 R E についても同様である。また、D 2 方向の位置に対する音速の変化は、段階的なものでなく、連続的なものであってもよい。上述した速度プロファイル（領域間の速度の高低の関係）は、単位面積に占める導体層の比率以外の方法によって実現されてもよい。例えば、I D T 電極 5 の上面又は下面に対して部分的に重なる付加膜（後述）が設けられることによって、当該付加膜が設けられた領域の速度が低くされてよい。また、I D T 電極 5 を構成する導体層が部分的に厚くされることによって、当該厚くされた領域の速度が低くされてよい。また、I D T 電極 5 を構成する導体の配置領域及び非配置領域を問わずに、適宜な位置に絶縁膜が設けられることによって、当該絶縁膜が設けられた領域の速度が低くされてよい。

【 0 0 8 8 】

（圧電体を含む基板の種々の構成例）

I D T 電極 5 が形成される上面 3 a を有する圧電体 3 は、例えば、基板の一部又は全部とされてよい。当該基板の構成は、種々の態様とされてよく、例えば、公知の態様とされても構わない。以下に、基板の構成を例示する。

【 0 0 8 9 】

図 6 は、基板の第 1 例としての基板 1 3 A の構成を示す断面図である。図示の断面は、図 1 の VI - VI 線における断面に相当する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 9 0 】

基板 1 3 A は、例えば、支持基板 1 5 と、支持基板 1 5 の上面に重なっている中間層 1 7 と、中間層 1 7 の上面に重なっている圧電体 3 とを有している。ここでは、圧電体 3 は、圧電膜として構成されている。なお、弾性波装置の構成の説明において、特に断りが無い限り、「板」、「層」及び「膜」の語に相違はないものとする。各層の厚さは、例えば、平面方向（D 1 - D 2 平面に平行な方向）の位置によらずに一定である。

## 【 0 0 9 1 】

圧電体 3 は、例えば、圧電性を有する単結晶によって構成されている。このような単結晶を構成する材料としては、例えば、タンタル酸リチウム（ $\text{LiTaO}_3$ 。以下、LTと略すことがある。）、ニオブ酸リチウム（ $\text{LiNbO}_3$ 。以下、LNと略すことがある。）及び水晶（ $\text{SiO}_2$ ）を挙げることができる。なお、圧電体 3 は、多結晶によって構成されていても構わない。圧電体 3 のカット角、平面形状及び各種の寸法は適宜に設定されてよい。例えば、LT又はLNからなる圧電体は、回転YカットX伝搬のものとされてよい。すなわち、弾性波の伝搬方向（D 1 方向）とX軸とは略一致してよい（例えば両者の差は $\pm 10^\circ$ ）。このときの圧電体 3 の上面 3 a の法線（D 3 方向）に対するY軸の傾斜角は適宜に設定されてよい。圧電体 3 の厚さは、例えば、0.1 p 以上又は0.3 p 以上とされてよく、また、2 p 以下又は1 p 以下とされてよい。上記の上限と下限とは適宜に組み合わされてよい。

10

## 【 0 0 9 2 】

支持基板 1 5 は、例えば、基板 1 3 A の強度の向上、温度変化に起因する特性変化の補償（温度補償）、及び圧電体 3 への弾性波の閉じ込めの少なくとも1つに寄与してよい。強度の向上は、例えば、ある程度の強度を有する材料によって構成された支持基板 1 5 の厚さが適宜に設定されることによって実現されてよい。温度補償は、例えば、支持基板 1 5 の線膨張率が圧電体 3 の線膨張率よりも小さいことによって実現されてよい。弾性波の閉じ込めは、例えば、支持基板 1 5 の音速が圧電体 3（及び/又は中間層 1 7）の音速よりも高いこと、及び/又は支持基板 1 5 の音響インピーダンスと中間層 1 7 の音響インピーダンスとが異なることによって実現されてよい。

20

## 【 0 0 9 3 】

支持基板 1 5 の材料及び厚さは、上記のような目的に照らして適宜に設定されてよい。例えば、支持基板 1 5 の材料は、シリコン（Si）等の半導体、サファイア（ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）等の単結晶又は酸化アルミニウム質焼結体（ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）等のセラミックとされてよい。支持基板 1 5 の厚さは、例えば、1 p 以上又は3 p 以上である。また、支持基板 1 5 の厚さは、例えば、圧電体 3 の厚さよりも厚い。

30

## 【 0 0 9 4 】

中間層 1 7 は、例えば、圧電体 3 と支持基板 1 5 の接合強度の向上、及び圧電体 3 への弾性波の閉じ込めの少なくとも1つに寄与してよい。接合強度の向上は、例えば、所定の接合手法を用いたときに圧電体 3 及び支持基板 1 5 との接合強度が相対的に高い材料が中間層 1 7 の材料として選択されることによって実現されてよい。弾性波の閉じ込めは、例えば、中間層 1 7 の音速が圧電体 3（及び/又は支持基板 1 5）の音速よりも低いこと、及び/又は中間層 1 7 の音響インピーダンスと圧電体 3（及び/又は支持基板 1 5）の音響インピーダンスとが異なることによって実現されてよい。

40

## 【 0 0 9 5 】

中間層 1 7 の材料及び厚さは、上記のような目的に照らして適宜に設定されてよい。例えば、中間層 1 7 の材料は、酸化ケイ素（ $\text{SiO}_2$ ）とされてよい。中間層 1 7 の厚さは、例えば、0.01 p 以上又は0.1 p 以上とされてよく、また、2 p 以下、1 p 以下又は0.5 p 以下とされてよい。上記の上限と下限とは、適宜に組み合わされてよい。また、中間層 1 7 の厚さは、例えば、支持基板 1 5 の厚さよりも薄い。また、中間層 1 7 の厚さは、圧電体 3 の厚さに対して、薄くてもよいし、同等でもよいし、厚くてもよい。

## 【 0 0 9 6 】

上記のように、中間層 1 7 が圧電体 3 よりも音速が低い低音速層とされる一方で、支持

50

基板 15 が圧電体 3 よりも音速が高い高音速層とされてもよい。これにより、例えば、圧電体 3 から漏れる弾性波を低減できる。

【0097】

ここでいう音速は、例えば、各材料自体の物性値によって決定される横波音速とされてよい。換言すれば、IDT電極 5 の配置領域における速度プロファイルで述べた音速とは異なり、IDT電極 5 の影響は無視されてよい。横波音速は、弾性率を密度で割った値の平方根によって得られる。ただし、中間層 17 及び支持基板 15 の音速と比較される圧電体 3 の音速は、横波音速に代えて、利用されるモードの弾性波の中央領域 RC（電極指 11 の幅が全長に亘って一定の態様では交差領域 R0）における音速とされてもよい。また、中間層 17 及び / 又は支持基板 15 の音速は、利用されるモードの弾性波のエネルギーの漏れに及ぼす影響が相対的に大きいモードのバルク波の音速とされてもよい。

10

【0098】

低音速層としての中間層 17 の材料及び高音速層としての支持基板 15 の材料の組み合わせは任意である。例えば、これらの材料の組み合わせとしては、上述した SiO<sub>2</sub> 及び Si の組み合わせを挙げることができる。中間層 17 が低音速層として設けられている場合において、中間層 17 と圧電体 3 との接合強度を向上させる層、及び / 又は中間層 17 と支持基板 15 との接合強度を向上させる比較的薄い層が設けられていてもよい。

【0099】

図 7 は、基板の第 2 例としての基板 13 B の構成を示す断面図である。図示の断面は、図 1 の VI - VI 線における断面に相当する。

20

【0100】

基板 13 B は、既述の基板 13 A において、中間層 17 に代えて多層膜 19 を設けたものである。多層膜 19 は、2 層以上（図示の例では 6 層）の音響膜（第 1 膜 21 A 及び第 2 膜 21 B）を有している。複数層の音響膜の材料は、積層方向において互いに隣り合っている（他の音響膜を介さずに互いに重なっている）音響膜同士で互いに異なっている。別の観点では、隣り合う音響膜同士は、音響インピーダンスが互いに異なっている。これにより、例えば、両者の界面においては弾性波の反射率が比較的高くなる。その結果、例えば、圧電体 3 を伝搬する弾性波の漏れが低減される。なお、図 6 の基板 13 A における中間層 17 及び支持基板 15 の組み合わせは多層膜の一種と捉えられてよい。図 7 の基板 13 B において、支持基板 15 を含んで多層膜が定義されてもよい。

30

【0101】

多層膜 19 の音響膜の材料の種類の数及び音響膜の数は適宜に設定されてよい。図示の例では、2 種の音響膜（第 1 膜 21 A 及び第 2 膜 21 B）が交互に 3 層以上（より詳細には 6 層）で積層されている。また、音響膜の材料も任意である。例えば、第 1 膜 21 A の材料は、二酸化ケイ素（SiO<sub>2</sub>）とされてよい。第 2 膜 21 B の材料は、五酸化タンタル（Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>）、酸化ハフニウム（HfO<sub>2</sub>）、二酸化ジルコニウム（ZrO<sub>2</sub>）、酸化チタン（TiO<sub>2</sub>）、酸化マグネシウム（MgO）又は窒化ケイ素（Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>）とされてよい。この場合、第 1 膜 21 A は、例えば、第 2 膜 21 B よりも、音響インピーダンスが低い。音響膜の厚さは適宜に設定されてよく、例えば、上記の中間層 17 の厚さの説明が援用されてよい。

40

【0102】

音響膜（第 1 膜 21 A 及び第 2 膜 21 B）は、図 6 の基板 13 A の中間層 17 及び支持基板 15 と同様に、低音速膜と高音速膜とを構成してもよい。例えば、第 1 膜 21 A は、圧電体 3 よりも音速が低い材料（例えば SiO<sub>2</sub> 又は Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>）とされてよい。第 2 膜 21 B は、圧電体 3 よりも音速が高い材料（例えば Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>）とされてよい。

【0103】

特に図示しないが、圧電体 3 を含む基板は、上記の例以外の種々の態様とされてもよい。例えば、基板は、その概ね全体が圧電体 3 によって構成されるものであってもよい。別の観点では、圧電体 3 は、比較的厚くされてよい。また、基板は、比較的薄い（例えば 2 p 以下又は 1 p 以下の厚さ）圧電体 3 の下方に空洞を有するものであってもよい。また、

50

基板は、図6の基板13Aにおいて、低音速層としての中間層17の下面に重なる高音速層を支持基板15とは別に有するものであってもよい。基板13A及び13Bの説明とは逆に、高音速層が圧電体3の下面に重なることによって弾性波の閉じ込めが実現されてもよい。

#### 【0104】

(弾性波装置のその他の構成)

特に図示しないが、弾性波装置1は、IDT電極5を含む導体層の上から圧電体3の上面3aを覆う絶縁性の保護膜を有していてもよい。保護膜は、例えば、導体層の腐食を低減することに寄与したり、及び/又は温度補償に寄与したりしてよい。保護膜の材料としては、例えば、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 及びSiを挙げることができる。保護膜は、これらの材料の積層体であってもよい。

10

#### 【0105】

また、装置1は、IDT電極5の上面又は下面に重なる付加膜を有していてもよい。付加膜は、例えば、IDT電極5の全体又は一部に重なり、平面透視においてIDT電極5に収まる形状を有している。このような付加膜は、例えば、IDT電極5の材料とは音響的な特性が異なる絶縁材料又は金属材料からなり、弾性波の反射係数を向上させることに寄与する。

#### 【0106】

装置1は、適宜にパッケージングされてよい。パッケージの構成としては、例えば、以下のものを挙げることができる。不図示の基板上に隙間を介して圧電体3の上面3aを対向させるように基板13A(又は13B等)を実装し、その上からモールド樹脂によって封止を行うパッケージ。又は、上面3aを覆う箱型のカバーを基板13A(又は13B等)に設けるウェハレベルパッケージ。

20

#### 【0107】

(弾性波装置のまとめ)

以上のとおり、弾性波装置1は、圧電体3と、IDT電極5とを有している。圧電体3は、第1面(上面3a)を有している。IDT電極5は、上面3a上に位置する。IDT電極5は、以下の部位を有している。第1バスバー(一方の歯電極7のバスバー9)。第1バスバーに対向する第2バスバー(他方の歯電極7のバスバー9)。第1バスバーにそれぞれ電氣的に接続されている複数の第1電極指(一方の歯電極7の電極指11)。第2バスバーにそれぞれ電氣的に接続され、複数の第1電極指と弾性波伝搬方向(D1方向)に交互に配列されている複数の第2電極指(他方の歯電極7の電極指11)。第1バスバーの間と複数の第1電極指との間に介在し、第1バスバーに対して並列に延びているとともに互いに並列に延びている複数のバー電極43(ここでは一方の歯電極7のバー電極43を例に取る。)。第1バスバーと第1バスバーに隣り合うバー電極43との間に介在して両者を接続している接続部45と、隣り合うバー電極43の間に介在して両者を接続している接続部45と、を含む複数(少なくとも2つ)の接続部45。そして、複数の接続部45の少なくとも一部は、複数の電極指11の延在方向(D2方向)に対して、不連続に配置されている。

30

#### 【0108】

従って、例えば、既述のように、複数の接続部45がD2方向に対して連続して配置されている態様に比較して、横モードのスプリアスの反射位置を分散させることができる。その結果、横モードのスプリアスの波長、並びに節及び腹の位置を分散させ、横モードのスプリアスの強め合いを低減できる。ひいては、スプリアスを低減できる。

40

#### 【0109】

複数の接続部45は、電極指11の延在方向(D2方向)に対して傾斜する方向に並んでいてよい(図2~図5)。

#### 【0110】

この場合、例えば、接続部45の周囲における反射位置は、D1方向の一方側に位置するほど、+D2側又は-D2側に位置する。これにより、確實かつ効率的に横モードのス

50

プリアスの反射位置を分散させ、横モードのスプリアスの強め合いを低減できる。特に、最も電極指 1 1 側のバー電極 4 3 からバスバー 9 に至るまで、複数の接続部 4 5 が斜めに並んでいると、上記効果が向上する。

【 0 1 1 1 】

複数の接続部 4 5 は、複数の電極指 1 1 の側へ向かって閉じる V 字状に配置されてよい ( 図 2、図 3 A ~ 図 3 D )。

【 0 1 1 2 】

この場合、例えば、複数の接続部 4 5 の配列によって構成された D 2 方向に傾斜する 2 つの直線が交差するから、2 つの直線が互いに離れている態様に比較して、反射位置を分散させる効果を D 1 方向において隙間なく得ることが容易である。その結果、横モードのスプリアスを低減する効果が向上する。

10

【 0 1 1 3 】

複数の接続部 4 5 は、複数の電極指 1 1 の側へ向かって開く Y 字状に配置されてよい ( 図 3 B )。

【 0 1 1 4 】

この場合、例えば、Y 字は V 字を含むから、上記と同様の効果が奏される。また、例えば、Y 字が含む V 字の D 2 方向における大きさを調整できる。調整の結果残ったバー電極 4 3 は、Y 字が含む I 字によって同電位に維持される。

【 0 1 1 5 】

圧電体 3 の上面 3 a の平面視において、IDT 電極 5 が位置している領域は、以下の領域を有してよい。バスバー 9 が位置しているバスバー領域 R B。複数のバー電極 4 3 及び複数の接続部 4 5 が位置している介在領域 R I。複数の第 2 電極指 ( 着目している介在電極 4 1 が属する 歯電極 7 と噛み合う 歯電極 7 の電極指 1 1 ) の先端に対して介在領域 R I 側に隣接するギャップ G 1 が位置するギャップ領域 R G。1 対の 歯電極 7 の電極指 1 1 が弾性波伝搬方向 ( D 1 方向 ) に重なる交差領域 R 0。また、交差領域 R 0 は、以下の領域を有してよい。交差領域 R 0 の D 2 方向における中央に位置し、ギャップ領域 R G よりも音速が低い中央領域 R C。中央領域 R C とギャップ領域 R G との間に位置し、中央領域 R C よりも音速が低いエッジ領域 R E。介在領域 R I は、バスバー領域 R B よりも音速が高くされてよい。

20

【 0 1 1 6 】

この場合、例えば、ピストンモードの利用によって横モードのスプリアスが低減されるから、横モードのスプリアスをより低減することができる。また、介在領域 R I の音速がバスバー領域 R B の音速よりも低いと、介在電極 4 1 がバスバー 9 と同様に機能して、介在電極 4 1 をバスバー 9 とギャップ領域 R G との間に設けた意義が低下する。ひいては、横モードのスプリアスの反射位置を分散させた効果が低減される。しかし、介在領域 R I の音速がバスバー領域 R B の音速よりも高いことによって、そのような不都合が低減される。

30

【 0 1 1 7 】

複数の接続部 4 5 の弾性波伝搬方向の一方側 ( + D 1 側又は - D 1 側 ) に位置する縁部は、電極指 1 1 の延在方向 ( D 2 方向 ) に対して傾斜する同一直線上又は同一曲線上に位置してよい ( 図 2 ~ 図 3 D )。

40

【 0 1 1 8 】

この場合、例えば、上記縁部が D 2 方向に平行な態様 ( 図 4 A ~ 図 4 E ) に比較して、各接続部 4 5 の縁部によって横モードのスプリアスの反射位置を構成することができ、かつその位置を D 1 方向の位置によって D 2 方向に変化させることができる。その結果、スプリアスを低減する効果が向上する。

【 0 1 1 9 】

隣り合うバー電極 4 3 の間のそれぞれに ( 各スリット領域 S 1 に )、弾性波伝搬方向 ( D 1 方向 ) の位置が互いに異なる 2 以上の接続部 4 5 が位置してよい。この 2 以上の接続部 4 5 と、当該 2 以上の接続部 4 5 によって接続されているバー電極 4 3 とによって囲ま

50

れている領域（開口領域 47）の形状は、楕円状とされてよい。

【0120】

この場合、例えば、1つの開口領域 47 の縁部によって、横モードのスプリアスの反射位置を構成し、かつその位置を D1 方向の位置によって D2 方向に変化させることができる。その結果、スプリアスを低減する効果が向上する。

【0121】

装置 1 は、複数のダミー電極 25 を更に有してよい。複数のダミー電極 25 は、最も複数の第 1 電極指（一方の 歯電極 7 の電極指 11）の側に位置するバー電極 43（第 1 電極指と同電位のバー電極 43）に接続され、先端が複数の第 2 電極指（他方の 歯電極 7 の電極指 11）の先端とギャップ G1 を介して対向してよい。

10

【0122】

この場合、例えば、ギャップ G1 と介在電極 41 との距離の調整が容易である。ギャップ G1 は、弾性波の回折が生じる部分であり、横モードのスプリアスに影響を及ぼすから、上記距離の調整によって、スプリアスの低減が容易である。また、例えば、ギャップ G1 の大きさを一定にしつつ、D1 方向の位置に対してギャップ G1 の D2 方向の位置を変化させるアポダイズを IDT 電極 5 に施し、横モードのスプリアスを低減することもできる。

【0123】

弾性波装置 1 は、低音速膜（図 6 の中間層 17 又は図 7 の第 1 膜 21A）及び高音速膜（図 6 の支持基板 15 又は図 7 の第 2 膜 21B）を更に有してよい。低音速膜は、圧電膜からなる圧電体 3 の上面 3a とは反対側に重なり、圧電体 3 より音速が低い。高音速膜は、低音速膜の圧電体 3 とは反対側に重なり、圧電体 3 より音速が高い。

20

【0124】

この場合、例えば、圧電体 3 から漏れる弾性波を低減することができる。その結果、装置 1 の特性が向上する。

【0125】

<弾性波装置の利用例>

弾性波装置 1 は、共振子及びフィルタ等の種々の態様で利用されてよい。以下では、弾性波装置の利用例を示す。具体的には、概ね、以下の順に説明する。

- ・共振子の一例
- ・分波器の一例
- ・通信装置の一例

30

【0126】

共振子、分波器及び通信装置のいずれも、弾性波装置の利用例である。分波器の説明では、弾性波装置の利用例としてのフィルタの例についても説明する。

【0127】

（共振子の一例）

図 8 は、共振子 31 の構成を示す平面図である。なお、下記の説明において、IDT 電極 5 に係る符号は、図 1 等を参照されたい。

【0128】

共振子 31 は、いわゆる 1 ポート弾性波共振子として構成されている。共振子 31 は、図 8 において概念的かつ模式的に示されている 2 つの端子 33 の一方から所定の周波数の電気信号が入力されると共振を生じ、その共振を生じた信号を 2 つの端子 33 の他方から出力可能である。

40

【0129】

共振子 31 は、例えば、圧電体 3（図 6 等を参照）を有しているとともに、圧電体 3 の上面 3a 上に位置している IDT 電極 5 及び 1 対の反射器 35 を有している。なお、共振子 31 は、弾性波装置 1 を含んでいると捉えられてもよいし、装置 1 に含まれていると捉えられてもよい。また、共振子 31 は、上記のように、圧電体 3（及び弾性波に影響を及ぼす他の層）を含む。ただし、便宜上、IDT 電極 5 及び 1 対の反射器 35 の組み合わせ

50

を共振子 31 として表現することがある。

【0130】

1 対の反射器 35 は、例えば、IDT 電極 5 を構成する導体層と同じ導体層によって構成されている。IDT 電極 5 の全部又は一部に重なる付加膜が設けられている態様では、反射器 35 の全部又は一部に重なる付加膜が設けられてもよい。1 対の反射器 35 は、弾性波の伝搬方向において IDT 電極 5 の両側に位置している。各反射器 35 は、例えば、電氣的に浮遊状態とされてもよいし、基準電位が付与されてもよい。

【0131】

各反射器 35 は、例えば、格子状に形成されている。すなわち、反射器 35 は、互いに対向する 1 対のバスバー 37 と、1 対のバスバー 37 間において延びる複数のストリップ電極 39 とを含んでいる。なお、複数の電極指 11 と同様に、複数のストリップ電極 39 は、実際には図示された数よりも多い数で設けられてよい。

10

【0132】

バスバー 37 は、例えば、IDT 電極 5 のバスバー 9 と概ね同様の構成であり、バスバー 9 の説明は、バスバー 37 に援用されてよい。バスバー 37 の D2 方向における位置は、例えば、ギャップ領域 RG よりも外側の適宜な位置とされてよい。図示の例では、バスバー 37 は、介在電極 41 の D2 方向における配置範囲に位置している。バスバー 37 の幅 (D2 方向) は、バスバー 9 の幅に対して、小さくてもよいし、同等でもよいし、大きくてもよい。バスバー 9 が弾性波の伝搬方向に傾斜しているとき、バスバー 37 は、バスバー 9 と同様に傾斜していてもよいし、弾性波の伝搬方向に平行であってもよい。

20

【0133】

複数のストリップ電極 39 の概略構成は、1 対のバスバー 37 に架け渡されていることを除いて、IDT 電極 5 の電極指 11 の概略構成と同様である。電極指 11 の説明は、適宜にストリップ電極 39 に援用されてよい。複数のストリップ電極 39 は、複数の電極指 11 の配列に続くように弾性波の伝搬方向に配列されている。複数のストリップ電極 39 のピッチ、並びに反射器 35 に隣接する電極指 11 と IDT 電極 5 に隣接するストリップ電極 39 とのピッチは、例えば、複数の電極指 11 のピッチと同等である。

【0134】

ストリップ電極 39 の具体的な平面形状 (別の観点では D2 方向の位置に応じた幅 (D1 方向の長さ) の変化) は任意である。図示の例では、ストリップ電極 39 は、電極指 11 と同様に、主部 39a 及び拡幅部 39b を有している。主部 39a は、電極指 11 の主部 11a と D2 方向に重なる。拡幅部 39b は、電極指 11 の拡幅部 11b と D2 方向に重なる。主部 11a 及び拡幅部 11b の説明は、主部 39a 及び拡幅部 39b に援用されてよい。

30

【0135】

図示の例では、反射器 35 は、介在電極 41 に相当する構成を有していない。ただし、反射器 35 は、介在電極 41 に相当する構成を有していてもよい。

【0136】

(分波器の一例)

図 9 は、分波器 101 (例えばデュプレクサ) の構成を模式的に示す回路図である。この図の紙面左上に示された符号から理解されるように、この図では、歯電極 7 が二又のフォーク形状によって模式的に示され、反射器 35 は両端が屈曲した 1 本の線で表わされている。

40

【0137】

分波器 101 は、例えば、送信端子 105 からの送信信号をフィルタリングしてアンテナ端子 103 へ出力する送信フィルタ 109 と、アンテナ端子 103 からの受信信号をフィルタリングして 1 対の受信端子 107 に出力する受信フィルタ 111 とを有している。

【0138】

送信フィルタ 109 は、例えば、複数の共振子 31 (直列共振子 31S 及び並列共振子 31P) がラダー型に接続されて構成された、ラダー型フィルタによって構成されている

50

。すなわち、送信フィルタ 109 は、送信端子 105 とアンテナ端子 103 との間で直列に接続された複数（１つでも可）の直列共振子 31S と、その直列のライン（直列腕）と基準電位部（符号省略）とを接続する複数（１つでも可）の並列共振子 31P（並列腕）とを有している。

【0139】

受信フィルタ 111 は、例えば、共振子 31 と、多重モード型フィルタ（ダブルモード型フィルタを含むものとする。）113 とを含んで構成されている。なお、多重モード型フィルタは、２重モード型フィルタを含むものとする。多重モード型フィルタ 113 は、弾性波の伝搬方向に配列された複数（図示の例では３つ）の IDT 電極 5 と、その両側に配置された１対の反射器 35 とを有している。

10

【0140】

送信フィルタ 109（ラダー型フィルタ）の複数の共振子の少なくとも１つは、実施形態に係る弾性波装置 1（IDT 電極 5）を含んでよい。装置 1 が有する１つの IDT 電極 5 を基準とした表現では、送信フィルタ 109 は、装置 1 と、装置 1 の圧電体 3 の上面 3a 上に位置しており、上記１つの IDT 電極 5 とラダー型に接続されてラダー型フィルタを構成している１以上の他の IDT 電極（図示の例では他の IDT 電極も実施形態に係る IDT 電極 5）とを有している。

【0141】

多重モード型フィルタ 113 の複数の IDT 電極の少なくとも１つは、実施形態に係る弾性波装置 1（IDT 電極 5）を含んでよい。装置 1 が有する１つの IDT 電極 5 を基準とした表現では、多重モード型フィルタ 113 は、装置 1 と、装置 1 の圧電体 3 の上面 3a 上に位置しており、上記１つの IDT 電極 5 に対して弾性波伝搬方向に並べられて多重モード型フィルタを構成している１以上の他の IDT 電極（図示の例では他の IDT 電極も実施形態に係る IDT 電極 5）とを有している。

20

【0142】

なお、分波器 101、送信フィルタ 109（ラダー型フィルタ）、受信フィルタ 111 及び多重モード型フィルタ 113 のそれぞれは、実施形態に係る装置 1 を含んでいると捉えられてもよいし、装置 1 に含まれていると捉えられてもよい。

【0143】

分波器 101 の複数の IDT 電極 5（及び反射器 35）は、１つの圧電体 3（基板）に設けられてもよいし、２以上の圧電体 3 に分散して設けられてもよい。例えば、送信フィルタ 109 を構成する複数の共振子 31 は、同一の圧電体 3 に設けられてよい。同様に、受信フィルタ 111 を構成する共振子 31 及び多重モード型フィルタ 113 は、例えば、同一の圧電体 3 に設けられてよい。送信フィルタ 109 及び受信フィルタ 111 は、例えば、同一の圧電体 3 に設けられてもよいし、互いに異なる圧電体 3 に設けられてもよい。上記の他、例えば、複数の直列共振子 31S を同一の圧電体 3 に設けるとともに、複数の並列共振子 31P を他の同一の圧電体 3 に設けてもよい。

30

【0144】

図 9 は、あくまで分波器 101 の構成の一例である。従って、例えば、受信フィルタ 111 が送信フィルタ 109 と同様にラダー型フィルタによって構成されてもよい。また、送信フィルタ 109 が多重モード型フィルタ 113 を有していてもよい。分波器 101 は、デュプレクサに限定されず、例えば、ダイプレクサであってもよいし、３以上のフィルタを含んだマルチプレクサであってもよい。

40

【0145】

（通信装置）

図 10 は、弾性波装置 1 の利用例としての通信装置 151 の要部を示すブロック図である。通信装置 151 は、電波を利用した無線通信を行うものであり、分波器 101 を含んでいる。

【0146】

通信装置 151 において、送信すべき情報を含む送信情報信号 TIS は、RF - IC（

50

Radio Frequency Integrated Circuit) 153によって変調および周波数の引き上げ(搬送波周波数を有する高周波信号への変換)がなされて送信信号TSとされる。送信信号TSは、バンドパスフィルタ155によって送信用の通過帯以外の不要成分が除去され、増幅器157によって増幅されて分波器101(送信端子105)に入力される。そして、分波器101(送信フィルタ109)は、入力された送信信号TSから送信用の通過帯以外の不要成分を除去し、その除去後の送信信号TSをアンテナ端子103からアンテナ159に出力する。アンテナ159は、入力された電気信号(送信信号TS)を無線信号(電波)に変換して送信する。

【0147】

また、通信装置151において、アンテナ159によって受信された無線信号(電波)は、アンテナ159によって電気信号(受信信号RS)に変換されて分波器101(アンテナ端子103)に入力される。分波器101(受信フィルタ111)は、入力された受信信号RSから受信用の通過帯以外の不要成分を除去して受信端子107から増幅器161へ出力する。出力された受信信号RSは、増幅器161によって増幅され、バンドパスフィルタ163によって受信用の通過帯以外の不要成分が除去される。そして、受信信号RSは、RF-IC153によって周波数の引き下げおよび復調がなされて受信情報信号RISとされる。

【0148】

送信情報信号TISおよび受信情報信号RISは、適宜な情報を含む低周波信号(ベースバンド信号)でよく、例えば、アナログの音声信号若しくはデジタル化された音声信号である。無線信号の通過帯は、適宜に設定されてよく、公知の各種の規格に従ってよい。変調方式は、位相変調、振幅変調、周波数変調もしくはこれらのいずれか2つ以上の組み合わせのいずれであってもよい。回路方式は、ダイレクトコンバージョン方式を例示したが、それ以外の適宜なものとしてよく、例えば、ダブルスーパーヘテロダイン方式であってもよい。また、図10は、要部のみを模式的に示すものであり、適宜な位置にローパスフィルタやアイソレータ等が追加されてもよいし、また、増幅器等の位置が変更されてもよい。

【0149】

弾性波装置1は、上記に例示した態様以外の種々の態様で利用されてよい。例えば、弾性波装置1は、2ポート共振子に利用されたり、トランスバーサルフィルタに利用されたりしてもよい。

【0150】

<実施例>

実施形態に係る共振子31(図8)の試作品の特性を測定したり、共振子31の特性をシミュレーションによって計算したりして、実施形態に係る弾性波装置1の効果を確認した。以下に、シミュレーション計算の結果のうち、いくつかの例を示す。

【0151】

(第1比較例及び第1実施例)

図11は、第1比較例及び第1実施例に係る共振子の特性を示す図である。

【0152】

図11において、横軸は周波数を示している。縦軸はインピーダンスの位相を示している。線LC1は、第1比較例の特性を示している。線LE1は、第1実施例の特性を示している。

【0153】

共振子31は、インピーダンスの絶対値が極小値となる共振周波数と、インピーダンスの絶対値が極大値となる反共振周波数とを有している。一般に、共振周波数と反共振周波数との間の範囲においては、インピーダンスの位相が90°に近いほど共振子31の特性がよいとされる。また、上記の範囲の外側においては、インピーダンスの位相が-90°に近いほど共振子31の特性がよいとされる。図11では、横軸の範囲は、概ね、共振周波数と反共振周波数との間の範囲に対応している。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 5 4 】

第 1 実施例は、I D T 電極 5 として、図 2 に示した第 1 例に係る I D T 電極 5 A と同様の構成を有している。第 1 比較例は、第 1 実施例において、複数の接続部 4 5 を無くした構成である。ただし、各 歯電極 7 において、複数のバー電極 4 3 及びバスバー 9 は、互いに同電位となっている（電氣的に接続されている）と仮定している。

## 【 0 1 5 5 】

図 1 1 に示されているように、第 1 実施例では、第 1 比較例に比較して、スプリアスの数及び大きさが低減されている。すなわち、複数の接続部 4 5 を D 2 方向に対して不連続に設けることによって、スプリアスが低減されることが確認された。

## 【 0 1 5 6 】

シミュレーション計算の具体的な条件を以下に示す。

## ・ 圧電体：

材料：L T

カット角：5 0 ° 回転 Y カット X 伝搬

厚さ：0 . 6 5 μ m

## ・ 低音速層（中間層 1 7）：

材料：S i O<sub>2</sub>

厚さ：0 . 2 2 μ m

## ・ 高音速層（支持基板 1 5）：

材料：S i

厚さ：ピッチ p に対して十分な厚さ（2 0 0 μ m）

## ・ I D T 電極：

材料：T i と A l との積層構造

厚さ：

T i : 6 0

A l : 1 4 0 0

電極指：

本数：2 5 0 本

ピッチ：1 . 0 3 μ m

主部のデューティ：0 . 5 0

拡幅部のデューティ：0 . 6 0

1 つの拡幅部の長さ（D 2 方向）：1 . 0 μ m

交差領域 R 0 の幅：4 0 p

ギャップ G 1 の長さ（D 2 方向）：0 . 3 μ m

バー電極：

本数：8 本

幅（D 2 方向）：0 . 2 5 p

バー電極の間隔（スリット領域 S 1 の幅）：0 . 2 5 p

## ・ 反射器：

材料及び厚さ：I D T 電極と同じ

ストリップ電極：

本数：3 0 本（1 つの反射器）

ピッチ：電極指のピッチと同じ

## 【 0 1 5 7 】

（第 1 ~ 第 3 実施例）

図 1 2 は、第 1 ~ 第 3 実施例に係る共振子の特性を示す図であり、図 1 1 と同様の図である。図 1 2 において、線 L E 1 は、第 1 実施例の特性を示しており、図 1 1 に示した線 L E 1 と同一のものである。線 L E 2 及び L E 3 は、それぞれ第 2 及び第 3 実施例の特性を示している。

## 【 0 1 5 8 】

10

20

30

40

50

第2実施例は、IDT電極5として、図3Aに示した第2例に係るIDT電極5Bと同様の構成を有している。すなわち、第1実施例は、V字のD2方向の大きさが概ね2pであるのに対して、第2実施例は、V字のD2方向の大きさが概ね1pである。また、第3実施例は、概略、図3Bに示した第3例に係るIDT電極5Cと同様の構成を有している。ただし、Y字が含むI字の部分については、接続部45を無くすとともに、複数のパー電極43及びバスバー9が互いに同電位とされている（互いに電氣的に接続されている）と仮定した。

【0159】

図12に示されているように、概略、第2実施例は第1実施例よりもスプリアスが低減されており、第1実施例は第3実施例よりもスプリアスが低減されている。すなわち、D1方向の位置に対する接続部45のD2方向の位置の変化が大きいほど、スプリアスが低減されている。なお、第1実施例は、第2実施例に比較して、作製が容易である。

10

【0160】

（第2及び第3比較例並びに第4実施例）

図13は、第2及び第3比較例並びに第4実施例に係る共振子の特性を示す図であり、図11と同様の図である。図13において、線LC2、LC3及びLE4は、それぞれ、第2及び第3比較例並びに第4実施例の特性を示している。

【0161】

第4実施例は、IDT電極5として、図3Cに示した第4例に係るIDT電極5Dと同様の構成を有している。すなわち、第4実施例は、第1実施例において、電極指11の幅を電極指11の全長に亘って一定としたものである。第2比較例は、第4実施例において、バスバー9を介在電極41の配置領域まで広げることによって、介在電極41を無くしたものである。第3比較例は、第4実施例において、複数の接続部45を無くしたものである。ただし、第4実施例において、各歯電極7の複数のパー電極43及びバスバー9は、互いに同電位とされている（互いに電氣的に接続されている）と仮定した。

20

【0162】

図13に示されているように、概略、第4実施例は第2及び第3比較例よりもスプリアスが低減されている。これにより、IDT電極5がピストンモードを利用しないものであっても、複数の接続部45をD2方向に対して不連続に配置することによって、スプリアスが低減されることが確認された。

30

【0163】

特に図示しないが、第2比較例において、バスバーの厚さを薄くした比較例についてもシミュレーション計算を行った。別の観点では、介在電極41を設けずに、介在領域RIに相当する領域における音速を高くした比較例についてもシミュレーション計算を行った。その結果、バスバーの厚さを薄くすると、スプリアスを低減する効果が得られるものの、実施例ほどの効果は得られなかった。このことから、介在電極41によるスプリアスを低減する効果は、横モードのスプリアスに対する反射器としての効果であることが確認できた。

【符号の説明】

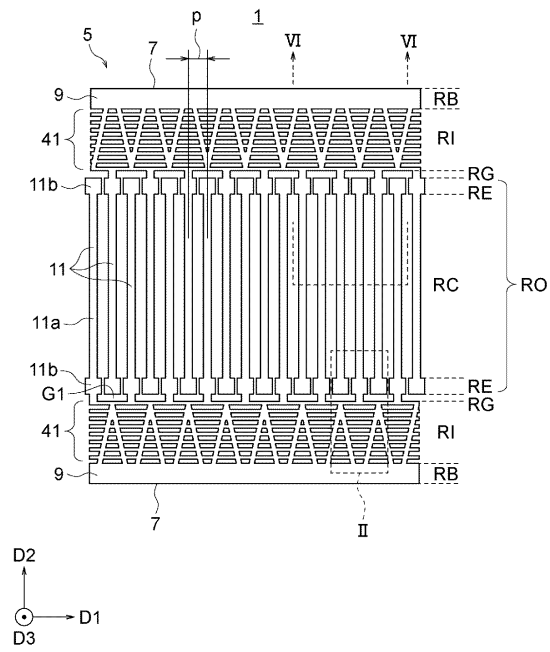
【0164】

1...弾性波装置、3...圧電体、3a...上面（第1面）、5...IDT電極、9...バスバー（第1バスバー、第2バスバー）、11...電極指（第1電極指、第2電極指）、43...パー電極、45...接続部。

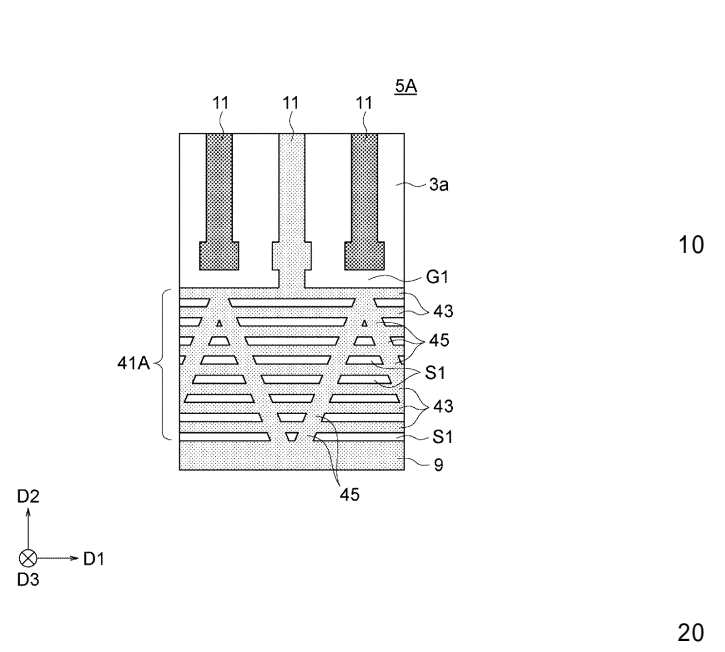
40

【図面】

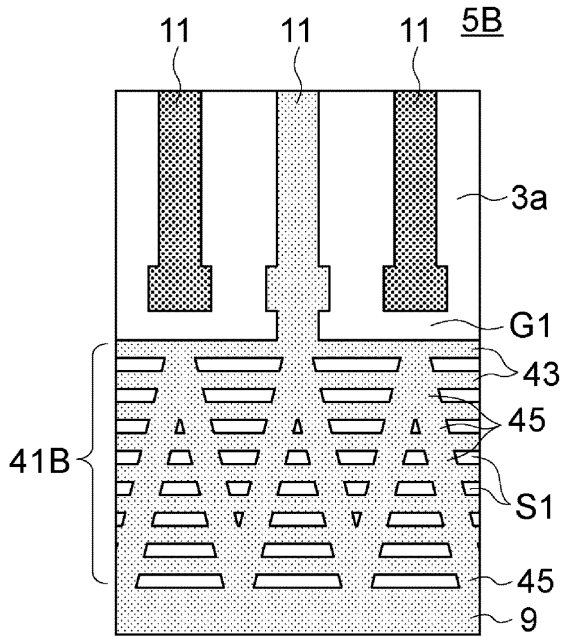
【図 1】



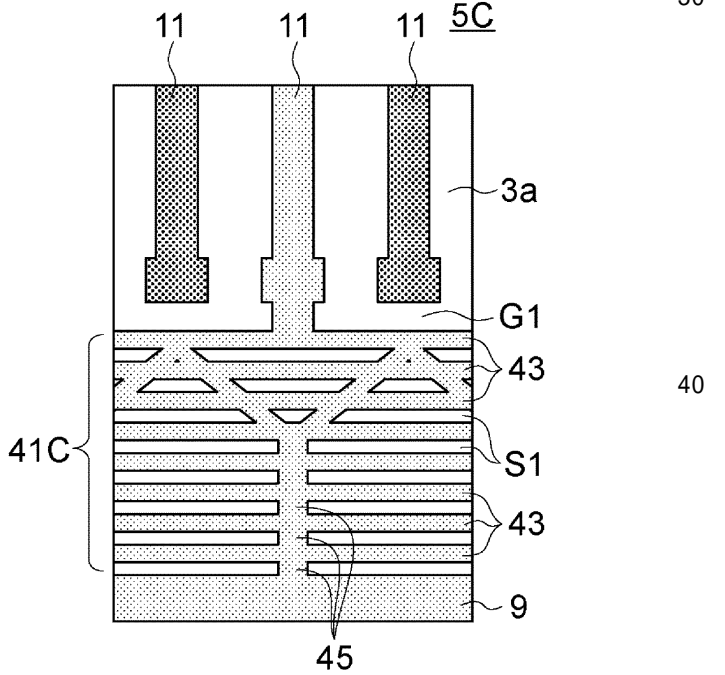
【図 2】



【図 3 A】



【図 3 B】




10

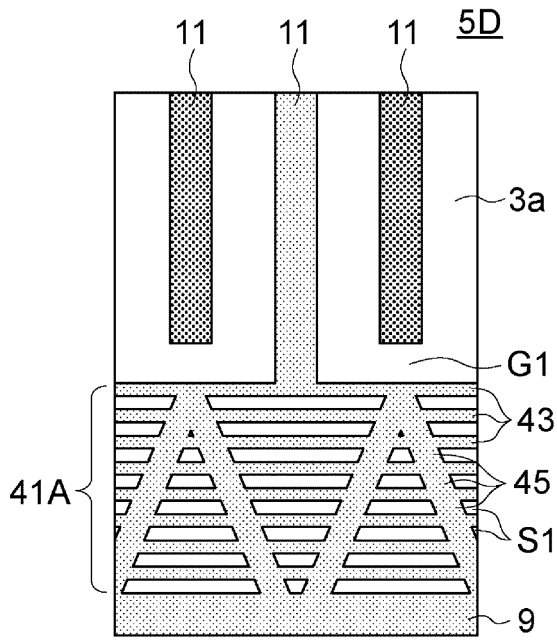
20


30

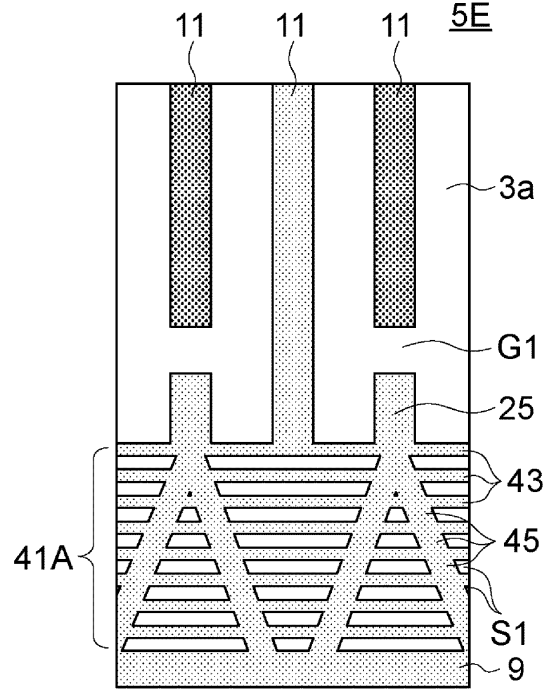
40

50

【 3 C】




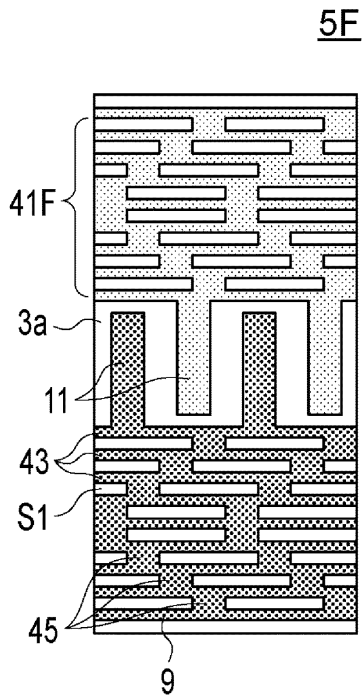
【 3 D】




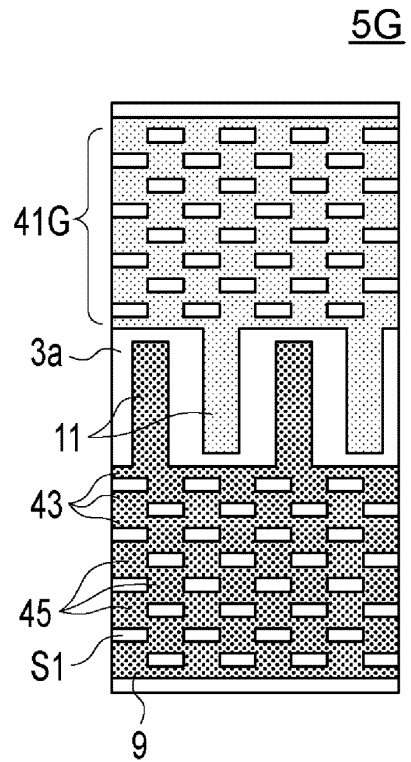
10

20

【 4 A】



【 4 B】



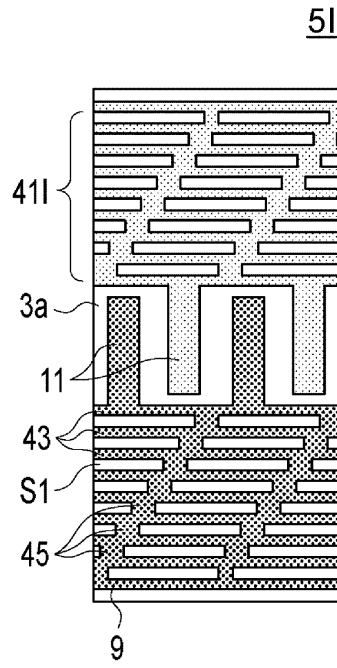
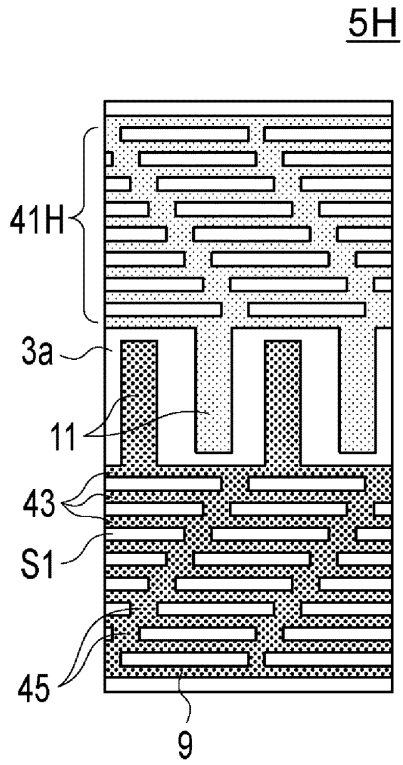
30

40

50

【図 4 C】

【図 4 D】

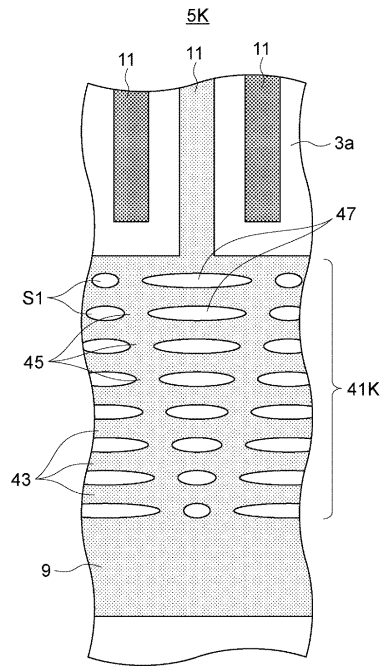
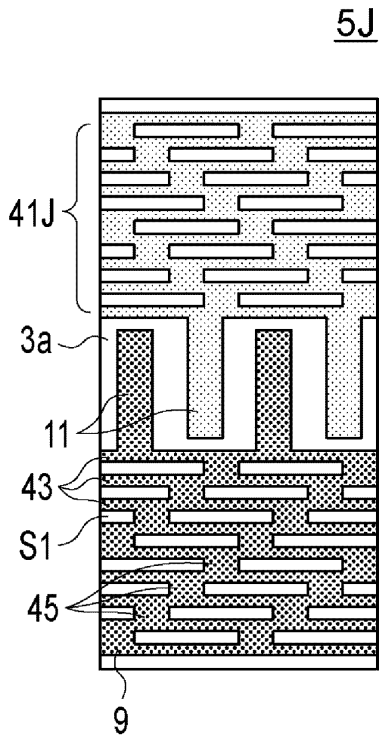


10

20

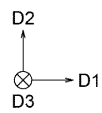
【図 4 E】

【図 5】



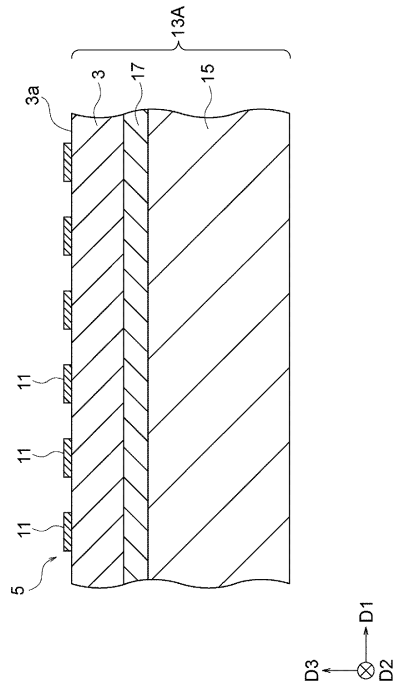
30

40

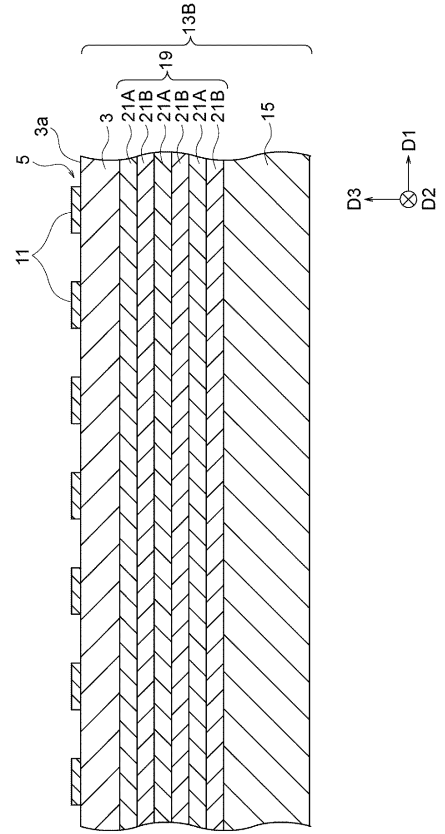


50

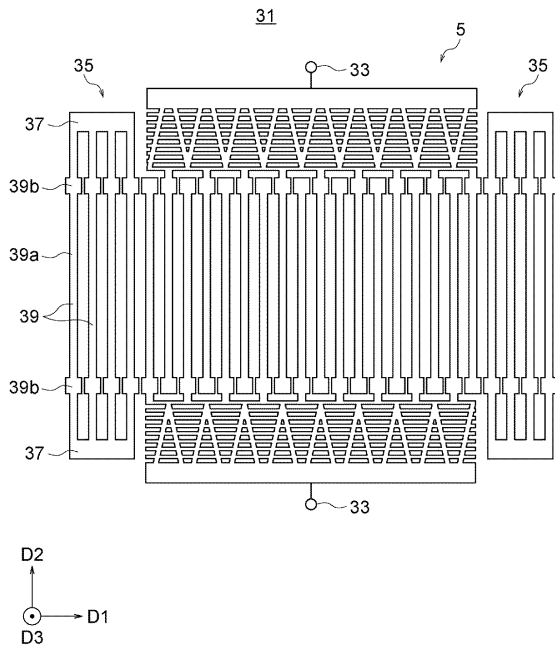
【図 6】



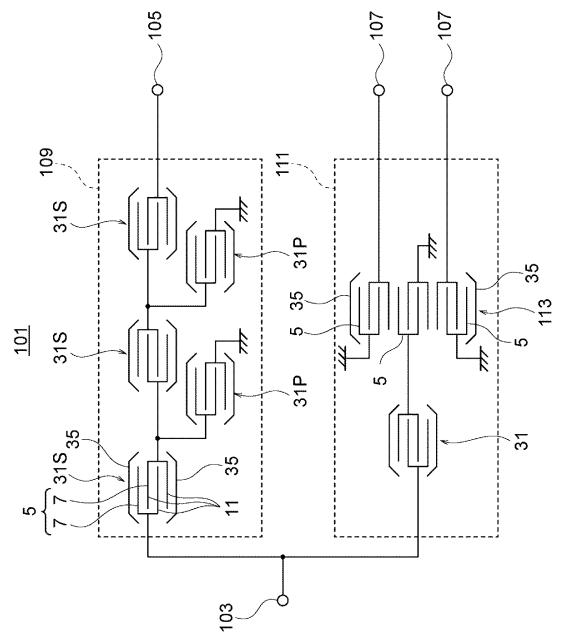
【図 7】



【図 8】



【図 9】



10

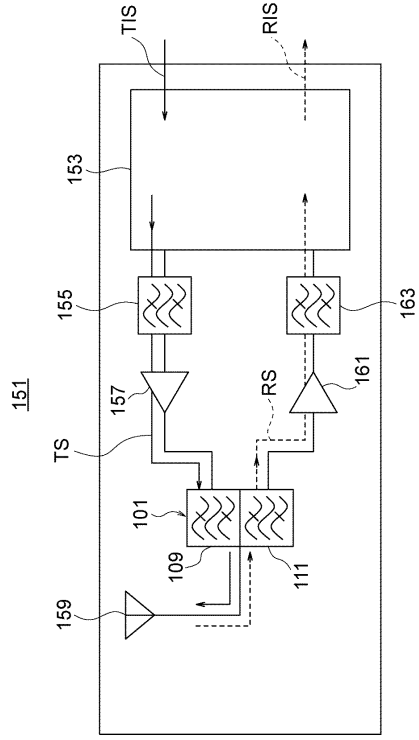
20

30

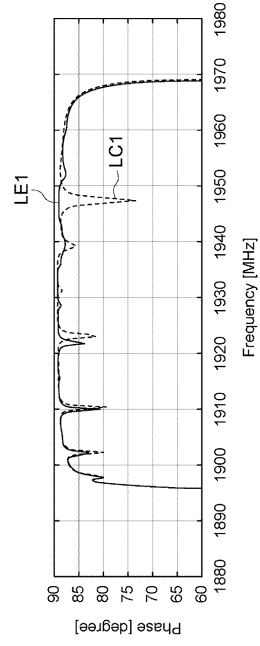
40

50

【 1 0 】



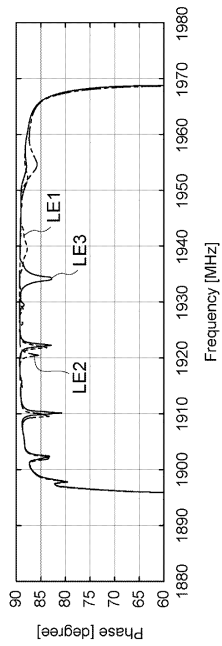
【 1 1 】



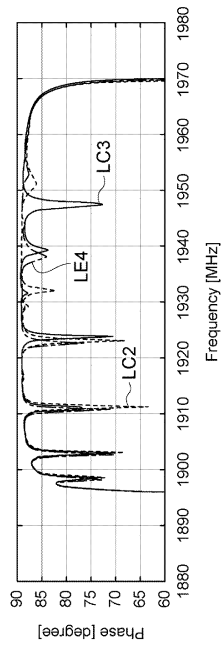
10

20

【 1 2 】



【 1 3 】



30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2020/120153(WO,A1)  
特開平11-261370(JP,A)  
国際公開第2016/208446(WO,A1)  
特開昭56-54114(JP,A)  
特開2015-56746(JP,A)  
特開平10-173467(JP,A)  
国際公開第2019/017422(WO,A1)  
特開2006-246510(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
H03H 9/145 - 9/76